MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900
À PARIS

RAPPORTS
DU JURY INTERNATIONAL

Groupe XI. — Mines et Métallurgie

DEUXIÈME PARTIE. — CLASSE 63 (TOME II)

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M CMIV

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL

DE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900
À PARIS

RAPPORTS
DU JURY INTERNATIONAL

Groupe XI. — Mines et Métallurgie

DEUXIÈME PARTIE. — CLASSE 63 (TOME II)

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M CMIV

Fb 250
C.F.E.
557

EXPLOITATION
DES MINES, MINIÈRES ET CARRIÈRES.

DEUXIÈME PARTIE (SUITE).

ÉTUDE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DES MINES ET MINIÈRES.

ALLEMAGNE.

L'exposition allemande se trouvait répartie au rez-de-chaussée et au premier étage du Palais des mines. Au premier étage était disposée l'exposition des mines, ambre, nickel, baryte, lampes de mines, tandis qu'au rez-de-chaussée on trouvait les machines et appareils en mouvement, pompes et perforatrices.

Nous devons, malgré l'abstention des mines si importantes de l'Allemagne, particulièrement celles de houille, de fer et de sels de potasse, noter dès les premières lignes de ce rapport le développement considérable de l'exploitation minière allemande. M. Engel, ingénieur des mines et délégué de l'Allemagne au Jury, a rédigé à ce sujet une notice générale qui fait bien ressortir ce développement en même temps qu'il donne des aperçus généraux économiques très intéressants. Nous en extrayons quelques données particulièrement caractéristiques.

Au point de vue des charbonnages allemands, le tableau statistique suivant montre l'augmentation de la production houillère et les progrès réalisés dans le rendement de l'ouvrier :

ANNÉES.	NOMBRE de MINES.	PRODUCTION en 1,000 TONNES.	VALEUR en 1,000 MARKS.	OUVRIERS.
1792	154	177	684	1,357
1800	158	231	1,039	1,546
1830	172	571	3,368	4,457
1850	198	1,166	10,835	12,741
1870	220	11,813	67,626	51,391
1890	177	35,469	282,442	127,794
1898	168	51,002	373,036	191,846

Ces chiffres montrent que pour un nombre de mines qui est resté à peu près fixe ou qui parfois même, à la suite de fusions et d'associations, a diminué, le nombre de personnes employées est devenu, depuis 1792, 140 fois plus fort, alors que la production est devenue 288 fois plus considérable en tonnage et 545 fois plus importante comme valeur.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Le tableau suivant montre le développement de l'industrie minière allemande totale avec ses principales branches :

ANNÉES.	VALEUR TOTALE de la PRODUCTION MINIÈRE.	VALEUR DES PRODUITS PRINCIPAUX.				
		HOUILLE.	LIGNITE.	MINERAI DE FER.	SELS DE POTASSE.	TOTAL DE CES PRODUITS.
	millions de francs.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
1871.....	391	69.5	8.3	9.8	1.1	88.7
1880.....	470	65.4	9.8	9.2	1.8	86.2
1890.....	907	74.1	6.9	6.6	2.3	89.9
1895.....	882	76.3	8.2	5.8	3.0	93.3
1896.....	983	75.3	7.8	6.5	3.2	92.8
1897.....	1,073	75.6	7.7	7.0	3.0	93.3
1898.....	1,160	76.6	7.9	5.4	3.6	93.5

Ce tableau comprend tout le territoire de l'union douanière (*Zollverein*) y compris le Luxembourg.

Nous ne nous étendrons pas plus sur ce sujet et nous allons passer à l'étude de l'exposition allemande.

Association des usines silésiennes de nickel, à Glasendorf, près Frankenstein (Silésie). — Cette société au capital de 6 millions de francs a été fondée en 1894. Elle exploite au sud de Breslau, dans la moyenne Silésie, des gisements de minerais nickelifères à 14 p. 100 de nickel dans la serpentine. Elle emploie 150 ouvriers et produit annuellement environ 600 tonnes. Elle exposait des plans de mines et une collection de minerais. Nous regrettons de n'avoir pu recueillir des renseignements plus complets sur ces gisements tout à fait intéressants par leur rareté en Europe.

Exposition collective de l'industrie de l'ambre. — Cette exposition a été organisée, sur l'ordre du Ministre du commerce et de l'industrie, par le professeur Klebs, de Königsberg. On réuni dans ce but une collection importante d'échantillons de toutes sortes remarquablement intéressants. Nous citerons entre autres les collections de documents scientifiques sur la formation de l'ambre, ses gisements, sa faune, sa flore et son industrie, rassemblés par le professeur Klebs et exposés par les usines royales d'ambre jaune à Königsberg.

Une notice scientifique a été publiée par M. Klebs à cette occasion et contient des renseignements très intéressants.

L'exploitation des gisements d'ambre d'Allemagne est en somme peu connue et, sans être très compliquée, elle offre quelques particularités intéressantes. Elle est concentrée entièrement en un point de la côte allemande de la Baltique dans les environs de Königsberg.

C'est la première fois qu'une exposition particulière des produits extraits de cette

région est faite d'une façon complète et les résultats obtenus tant au point de vue de l'exploitation qu'à celui de l'utilisation des produits méritent une mention toute particulière. Nous allons essayer de résumer l'état actuel de cette industrie.

On sait que l'ambre n'est autre chose qu'une résine fossile de conifères spéciaux du début de l'époque tertiaire, et qui couvraient en particulier une zone de régions comprise entre la Scandinavie, le Samland et le Schleswig-Holstein-Rügen. Cette résine particulière, ainsi que d'autres dont on retrouve aussi les restes, s'est amoncelée et s'est enrobée dans le sol de cette époque qui fut plus tard recouvert par les eaux et sur lequel on trouve les couches de la glauconie et des lignites. L'époque glaciaire, survenue ensuite, entama fortement ces terrains par son érosion et en détruisit une grande partie. On retrouve en effet dans la région d'exploitation de Königsberg, en couches superposées, la *terre bleue*, ancien sol de la forêt d'ambre, riche en résines, la glauconie avec quelques rares morceaux, des lignites et le diluvium superficiel.

La mer et l'érosion glaciaire ont emporté beaucoup de ces résines fossiles et l'on en retrouve des morceaux parsemés sur les côtes d'Allemagne, du sud de l'Angleterre et du nord de la France.

Intéressant au point de vue industriel, l'ambre ne l'est pas moins au point de vue géologique, car par sa nature même il a pu englober des échantillons de la faune et de la flore de cette époque et les conserver absolument intacts jusqu'à nos jours.

La formation géologique des terrains où se trouve l'ambre semble correspondre à l'éocène inférieur; cette formation est appelée par certains géologues glauconie inférieure; elle appartient au suessonien et est sous-jacente aux lignites de cet étage.

Elle se présente sous la forme de bancs de sables glauconieux bleu verdâtre, au milieu desquels se trouve une bande d'épaisseur variable dite *terre bleue* et composée de sables fins quartzeux mélangés avec un peu d'argile et beaucoup de glauconite (ou sable vert) et de mica.

L'ambre se trouve en petits morceaux très clairsemés dans la première couche; mais dans la terre bleue argileuse il se trouve en grande quantité et en plus gros morceaux.

Cette terre bleue est humide lorsqu'on la travaille dans la mine, mais l'humidité qui la rend consistante disparaît très vite et elle devient friable. Il faut, par suite, boiser les galeries avec beaucoup de soin au fur et à mesure des travaux.

Elle ne contient aucune trace de feldspath et de mica. Au-dessus de la couche sablonneuse se trouvent les lignites éocènes. Les autres étages de cette période ont disparu probablement par l'érosion glaciaire et immédiatement au-dessus des lignites se trouve le diluvium.

L'exposition qui est faite par le Ministère du commerce et de l'industrie allemand renferme des échantillons remarquables de ces terrains anciens. On y voit des morceaux des conifères à résine d'ambre, morceaux qui, examinés à la loupe, se montrent couverts de champignons, percés de trous par des vers ou des larves d'insectes, absolument comme à notre époque. Ce conifère est désigné sous le nom de *Pinites succinifer*.

La flore dont les échantillons ont été conservés est celle des régions chaudes, pal-

miers, camélias, pins, érables, peupliers, châtaigniers, tilleuls. On a retrouvé jusqu'à 650 espèces d'insectes divers et il est très remarquable que la plus grande partie d'entre eux se retrouve de nos jours dans le sud de l'Amérique du Nord; ce sont des diptères, des coléoptères, des myriapodes, des moustiques, des larves, etc.

On rencontre aussi des poils d'animaux et des débris de cornes.

Des échantillons inorganiques se trouvent englobés quelquefois dans cette résine. Entre autres, nous pouvons citer une goutte d'eau très limpide enfermée dans une cavité avec une bulle d'air.

Il serait trop long de passer en revue tous ces échantillons qui sont tous très remarquables et de très grande valeur scientifique.

Puisque nous en sommes à la formation de l'ambre, nous devons faire remarquer que, suivant la façon dont le dépôt s'est formé, la résine possède une apparence ou une constitution particulières. Les différents morceaux que renferme la collection du Ministère allemand le démontrent parfaitement.

On y voit la résine formée dans les cavités de l'arbre, portant encore l'empreinte de la structure du bois, celle qui s'est formée entre le bois et l'écorce, celle qui a coulé lentement des rameaux en forme de gouttes régulières, celle qui a été fondue par la chaleur des rayons solaires et s'est solidifiée sur le sol (elle est très limpide), celle qui a entraîné avec elle des débris de bois pourri et qui est devenue brune, etc.

Toutes ces différences dans la constitution ou dans l'aspect ont leur importance au point de vue commercial. En général l'ambre a d'autant plus de valeur qu'il est plus transparent et de couleur plus claire. Les qualités commerciales peuvent être à peu près classées ainsi ;

1° Demi-clair, 100 francs environ le kilogramme;

2° Bâtard osseux bigarré, 150 francs environ le kilogramme;

3° Bleu commercial, 200 francs environ le kilogramme;

4° Bleu perlé, 300 à 350 francs environ le kilogramme;

5° Couleur de glace, Clair de Brunswick, 300 à 400 francs environ le kilogramme.

Les déchets ou les morceaux impurs sont vendus à 50 francs le kilogramme pour produire l'ambre pressé dont nous parlerons plus tard.

Quant aux autres variétés, ce sont des raretés qui ont un prix très variable et pouvant atteindre une très grande valeur.

Exploitation. — Nous avons dit que l'exploitation de l'ambre se faisait à Königsberg ou plutôt dans ses environs, à Palmnicken. C'est l'endroit en effet où la couche de terre bleue est la plus régulière et la plus puissante (environ 5 mètres). Sa profondeur est en général de 50 mètres. Partout ailleurs, ces formations sont très bouleversées ou trop peu puissantes, ainsi qu'il résulte des sondages faits par le professeur Klebs, géologue de la région. Nous donnons ci-après (fig. 1) une coupe de ces terrains à Palmnicken et ses environs.

Nous avons dit que l'on retrouvait sur les côtes des morceaux d'ambre transportés par les mers tertiaires. On en rencontre surtout sur les côtes de la mer Baltique près de

Palmnicken, où la couche de terre bleue possède un affleurement sous-marin littoral. C'est autrefois sur cette côte et dans la mer qu'on l'exploitait. Puis, lorsqu'on eut constaté l'existence d'une couche géologique, on exploita les couches riches, d'abord en

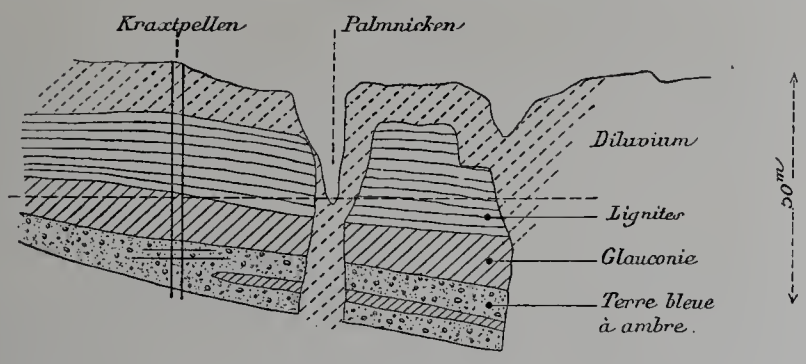


Fig. 1. — Coupe géologique des terrains du Samland riches en ambre.

tranchées ouvertes, méthode très coûteuse étant donné le découvert considérable de la couche. Enfin vers 1875, les propriétaires de l'exploitation résolurent d'employer des méthodes plus perfectionnées analogues à celles des mines, et d'entrer dans les couches par des galeries et des tailles.

Cette méthode s'étendit aux deux villages voisins de Kraxtepellen et de Hubnicken. C'est là que se trouve la fosse *Anna* qui est la plus importante et la plus riche; elle met au jour 100,000 mètres cubes de terre bleue par an.

Les galeries sont boisées au fur et à mesure de l'avancement et le remblayage des tailles se fait comme pour les houillères mais d'une façon plus simple et plus rustique. L'extraction se fait par wagonnets remontés à la surface, soit dans les puits, soit sur des plans inclinés.

La terre bleue est alors placée sur un canal en tôle ou en bois perforé (fig. 2), disposé en gradins. Un fort courant d'eau entraîne les matériaux de degré en degré, la terre et les impuretés délayées par l'eau passent par les trous du canal et les morceaux d'ambre lavés se rassemblent au bas du canal, où ils sont recueillis.

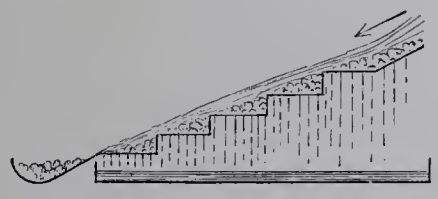


Fig. 2. — Lavage de l'ambre sur les gradins.

Dans cet état ils sont encore impropres à tout commerce car ils sont recouverts d'une sorte de gangue minérale qui dissimule leur couleur, leur transparence et les défauts qu'il peuvent renfermer.

Les morceaux que l'on recueillait autrefois dans la mer, roulés par les flots, présentaient cet avantage d'être décapés et d'être immédiatement utilisables. Pour obtenir ce rodage d'une façon artificielle, on place ces morceaux dans de grands tonneaux cylindriques à axe horizontal, et pouvant tourner autour de cet axe. On ajoute dans ces récipients du sable et de l'eau et on leur imprime un mouvement de rotation assez rapide; la gangue est enlevée par le frottement du sable et des morceaux les uns contre les autres, et l'ambre en sort propre à être trié et livré au commerce.

On opère ce triage suivant la grosseur des morceaux d'abord et ensuite d'après leurs qualités intrinsèques.

Dans les vingt dernières années on a trié :

Ambre	gros morceaux	1,716,178 kilogr.
	moyens	1,920,450
	petits	4,820,212
	TOTAL	8,456,840

Ceci montre l'importance de la production de ces mines.

Avant de parler de l'utilisation de cette matière dans l'industrie, nous devons dire quelques mots sur les possesseurs successifs de ces mines. L'ambre a été de tout temps considéré comme une matière précieuse, on l'appelle souvent d'ailleurs *das ostpreussische Gold* (l'or prussien de l'Est). L'État en a toujours revendiqué la possession et toute personne qui le recueillait devait payer une redevance particulière. Quand les gisements furent reconnus, l'exploitation fut donnée à des entrepreneurs, qui payaient un tant pour cent sur la valeur totale de leur extraction. Le dernier entrepreneur fut la maison Staulien et Becker qui exploitait encore en 1899. Des raisons particulières ayant fait intervenir l'État dans certaines questions litigieuses entre ces entrepreneurs et les habitants du pays, ce dernier résolut de prendre lui-même en main l'exploitation des mines et renvoya les entrepreneurs avec un dédit de 12 millions de marks. C'est donc actuellement l'État allemand qui possède les mines et en extrait les précieuses résines. Les chiffres suivants montrent quelles ont été pour les dernières années les productions et les redevances payées à l'État.

	PRODUCTION.	REDEVANCES À L'ÉTAT.
	kilogrammes.	marks.
1877	274,021	770,000
1880	238,434	670,000
1885	266,903	750,000
1890	255,036	716,792
1895	254,371	714,785
1898	181,524	510,083

On peut juger par ces chiffres de la valeur réelle des ventes faites par les entrepreneurs.

Emplois de l'ambre dans l'industrie. — Nous ne ferons qu'une analyse sommaire de cette partie.

Les emplois de l'ambre peuvent être divisés en trois parties :

a. Emploi direct de l'ambre naturel ;

b. Emploi de l'ambre modifié par un moyen mécanique ;

c. Emploi des produits extraits de l'ambre.

a. L'ambre naturel reçoit de plus en plus d'utilisations directes dans l'industrie. Le plus grand débouché et le plus connu d'ailleurs est celui de tuyaux de pipes, de fume-cigares et cigarettes. Ce sont surtout les morceaux longs qui sont destinés à cet usage. Ils se taillent facilement au couteau, sont travaillés au tour et finalement reçoivent un poli parfait qui est une de ses propriétés les plus remarquables.

Les morceaux de formes rondes, ovales ou irrégulières reçoivent d'autres destinations dont la plus ordinaire est la confection de colliers et de bibelots divers; de bracelets, etc. Nous ne nous étendrons pas sur cet emploi que tout le monde connaît.

Mais dans ces dernières années on a réussi à utiliser les qualités de poli et de coloration de l'ambre dans des applications artistiques et tout à fait originales; l'exposition allemande en renferme des échantillons tout à fait remarquables. Nous citerons en particulier des coupes très belles formées d'un seul morceau d'ambre creusé en forme de coupe irrégulière, d'une très riche coloration qui s'allie fort bien à la monture d'argent qui en forme le pied; la maison J. Werner expose en même temps que ces coupes d'autres pièces de joaillerie avec incrustations d'ambre d'un très bel effet.

Nous citerons aussi un plat d'argent, pièce d'art, dont les motifs sont rehaussés d'incrustations d'ambres de diverses natures (exposé par la maison Carl Steyl).

Une autre application intéressante est celle qui a été faite par la *Société pour l'emploi de l'ambre dans les arts industriels* à l'ameublement. Le coloris de l'ambre incrusté d'une façon particulière dans les bois sombres comme le palissandre et l'acajou produit un effet très décoratif et qui se plie très bien aux exigences de l'art nouveau.

b. Mais si les beaux morceaux d'ambre trouvent facilement leur utilisation, il n'en est pas de même des déchets et des petits morceaux. On a dû chercher à les modifier pour les rendre propres à un usage quelconque. On est arrivé à ce résultat au moyen de la chaleur et de la pression.

Les morceaux sans valeur sont placés entre deux plaques d'acier dont une est perforée de trous très fins. Le tout est porté à 200 degrés et soumis à une pression de 12,000 atmosphères par une presse hydraulique. L'ambre filtre à travers la plaque perforée et, de l'autre côté, se rassemble en une seule masse homogène.

On utilise ces plaques d'ambre à toutes sortes d'usages, en particulier pour les articles d'exportation et les objets de seconde qualité pour fumeurs.

Un défaut grave de l'ambre pressé est la perte rapide de sa transparence, il se produit à l'intérieur une sorte de changement moléculaire très préjudiciable à sa valeur commerciale. Aussi dissimule-t-on ce défaut en lui incorporant des couleurs pendant la compression. On arrive à des imitations intéressantes de marbres, de jades et de pierres différentes. On en fait des poignées de serrures, des boutons de portes, des sonnettes électriques, etc.

Quel que soit son emploi l'ambre pressé n'a jamais la valeur ni la beauté de l'ambre naturel. Il se vend environ 65 à 90 francs le kilogramme.

c. Enfin on a retiré de l'ambre des produits industriels intéressants et très utiles. En effet, traitée par des dissolvants tels que l'alcool, l'éther, l'acétone, cette résine se

dissout environ dans la proportion de 40 p. 100 et il reste un résidu absolument insoluble.

La solution, dans le cas où la résine traitée est l'ambre jaune, renferme environ 8 p. 100 d'acide succinique. Ceci est un caractère absolument spécial à l'ambre. Les autres résines fossiles analogues n'en contiennent pas.

Si l'on chauffe la dissolution à 350 degrés, après le départ de l'acide succinique et du dissolvant, le liquide se prend en une masse brune qui possède les propriétés de la laque. Cette laque dissoute dans de la térébenthine donne des vernis industriels très appréciés. Ils sont plus brillants, plus durs et en même temps plus élastiques que ceux que l'on obtient avec le copal, le damara et les autres laques. On peut les utiliser soit comme vernis transparents, soit comme vernis colorés par l'incorporation de produits appropriés.

Telles sont, en quelques mots, les propriétés générales et les utilisations diverses de ce produit intéressant et qui mérite en somme une petite place dans l'art des mines comme produit géologique et comme exploitation.

Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, à Berlin. — Cette grande société de construction électrique, l'une des plus importantes du monde, au capital-actions de 75 millions, emploie actuellement environ 14,000 ouvriers. Elle a depuis quelque temps cherché et réalisé l'application de l'électricité dans les mines. Elle s'est rendue acquéreur d'un système de pompe rapide permettant un couplement direct sur le moteur électrique.

Ce système de pompe, inventé par M. Riedler, est destiné, en particulier, à l'épuisement de l'eau dans les mines.

La Société exposait une pompe-express Riedler à attelage direct. Cette pompe était accouplée directement à un moteur triphasé A.E.G., marchant à 290 tours. La puissance de refoulement était de 1 m. c. 1 à 250 mètres de hauteur.

Il est inutile de faire ressortir les avantages qui découlent de ce couplage direct sur le moteur au point de vue du rendement et surtout de la réduction considérable de l'encombrement. C'est une question qui était étudiée depuis longtemps et qui rencontrait de nombreuses difficultés en raison de la grande vitesse du moteur et du grand nombre de coups que l'on imposait ainsi au piston. Ces difficultés semblent avoir été résolues d'une façon satisfaisante dans le modèle exposé. Le fonctionnement paraît bien régulier, toutes les pièces sont accessibles et peuvent être facilement et rapidement changées. La pompe Riedler seule a un rendement de 97 p. 100 au dire de la Société. Le groupe pompe-moteur a un rendement total de 87 p. 100.

Ce système de pompe a déjà rendu et rend actuellement de très grands services dans les mines. 34 pompes sont en ce moment en fonctionnement dans différentes mines ou exploitations d'eau.

Nous nous contentons de donner les caractéristiques générales de cette pompe. On en trouvera une étude dans la troisième partie.

MM. Ehrhardt et **Sehmer**, à Schleifmühle-Saarbrücken. — La maison Ehrhardt et Sehmer exposait, comme l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, un système de pompe rapide, actionnée directement par un moteur électrique.

Cette pompe à grande vitesse a un débit de 1,000 à 1,250 litres par minute, à 250 et 300 mètres de hauteur. La vitesse est de 200 à 250 tours. Le rendement de la pompe est, dit-on, de 94 p. 100 environ.

A part le rendement, on voit que les caractéristiques sont assez analogues à celles de la machine précédente.

La constitution même de la pompe présente des différences assez notables, en particulier pour les soupapes.

L'étude détaillée de cette pompe sera faite dans la troisième partie.

La maison Ehrhardt et Sehmer, bien connue d'ailleurs, a une spécialité de pompes de mines; elle fabrique d'ailleurs également un certain nombre d'autres appareils pour les mines tels que machines soufflantes, machines à vapeur, treuils, etc. Elle a été fondée en 1876.

Elle occupe actuellement 700 ouvriers environ.

MM. Friemann et **Wolf**, à Zwickau. — La maison Friemann et Wolf fabrique spécialement des lampes de mines, des appareils les concernant et des outils divers. Elle fournit un grand nombre des mines allemandes et belges.

Son exposition comprenait en particulier :

1° *Une nouvelle lampe à benzine.* — La lampe à benzine Wolf exposée a un pouvoir éclairant de 1 bougie 2/10. Au bout de 12 heures de fonctionnement, ce pouvoir éclairant diminue de 2 dixièmes.

Elle décèle assez facilement depuis 1 p. 100 de grisou. Elle semble avoir rempli toutes les conditions de sécurité requises dans les mines allemandes. Actuellement, on compte que 450,000 lampes de ce système sont en usage.

Cette lampe est à fermeture magnétique et à allumeur automatique. Sa consommation est de 90 grammes de benzine en 18 heures. Nous étudierons ultérieurement cette lampe en détail.

2° *Appareil pour le remplissage automatique de ces lampes.* — Cet appareil est destiné à accélérer le remplissage et à rendre facile et sans danger la manipulation de la benzine. Il évite toute perte du liquide. Il contient 25 ou 50 kilogrammes.

3° *Machine à nettoyer les lampes.* — Cette machine, composée de diverses brosses ou manchons montés sur un axe qui peut être mis en rotation à la main ou à la pédale, est destinée au nettoyage des tamis et des verres.

4° *Perforatrice à main système Heise.* — Cette perforatrice, à rotation, est caractérisée par un système particulier d'avancement du fleuret. Ce type tout nouveau écarte complètement le système des écrous-freins. L'écrou, dans cette perforatrice, est fixé à la partie fixe de la perforatrice par une griffe d'accouplement maintenue en place par un fort ressort. Dès que le fleuret rencontre une résistance trop considérable, l'écrou cède

en comprimant le ressort, les griffes d'accouplement se déclenchent et le fleuret tourne sur lui-même sans avancer jusqu'au moment où l'avancement du trou permet à la griffe de s'enclencher de nouveau. Cette opération se répète constamment. L'embrayage est à boîte et permet l'avancement ou le remplacement instantané du fleuret.

Ce système, tout récent, ne compte encore que très peu d'applications. Nous le verrons plus en détail ultérieurement.

MM. Siemens et **Halske**, à Berlin. — La grande maison de constructions électriques Siemens et Halske exposait un certain nombre d'appareils intéressant dont les principaux étaient les suivants :

1° *Signaux électriques* pour les manœuvres dans les mines (puits et galeries).

2° *Exploseur électrique.* — Cet exploseur, qui semble fonctionner convenablement, utilise un courant à basse tension produit par une petite dynamo. Les amorces sont à incandescence. Ce système permet de faire la vérification de la ligne d'amorces avant l'explosion.

Pour rendre la production de courant aussi constante que possible et indépendante de l'homme qui fait manœuvrer l'appareil, la dynamo est actionnée par un ressort qui emmagasine une certaine énergie et que l'on déclenche au moment voulu.

Un système particulier permet de ne faire passer le courant dans le circuit des amorces qu'au moment où la dynamo a le maximum d'excitation.

Cet appareil est muni de divers systèmes de sûreté.

Il produit un voltage de 70 volts et permet de faire détoner 60 à 80 amorces ordinaires dans un circuit fermé de 1,200 mètres. Cet appareil sera étudié en détail ultérieurement.

3° *Perforatrices électriques rotatives et à percussion.* — Deux types étaient exposés et fonctionnaient sous les yeux du public sur du calcaire et du granit.

La prise de courant se faisait sur les conducteurs de triphasé du hall des mines.

Ces deux types se composaient d'une perforatrice rotative et d'une perforatrice à percussion. Les perforatrices recevaient le mouvement de rotation au moyen d'un flexible facilement démontable, d'un moteur électrique triphasé situé dans une boîte métallique portative. Ce moteur est de 1 cheval et possède un rhéostat de démarrage. Il se fait pour toutes les sortes de courant. Le moteur complet avec sa caisse, ses poignées et accessoires pèse environ 100 kilogrammes. Deux hommes peuvent le transporter facilement.

Un tambour auxiliaire porte le câble, qui peut atteindre 50 mètres, 60 mètres et même 100 mètres.

Les deux perforatrices ont les caractéristiques suivantes :

1° *Rotative.* — Cet appareil pèse environ 32 kilogrammes; il est destiné au travail des roches tendres. Un système particulier permet le réglage automatique de l'avancement; une disposition spéciale permet le retour en arrière du fleuret quatre ou cinq fois plus rapidement que le mouvement d'avancement.

La mèche a 40 millimètres de diamètre. Dans certains cas on peut adapter des mèches creuses à injection d'eau.

La perforatrice absorbe, suivant la dureté des roches, de 700 à 1,000 watts. Dans les roches tendres, l'avancement varie de 300 à 400 millimètres par minute.

2° *A percussion.* — Cet appareil s'appelle souvent perforatrice à pression et à manivelle.

Le mouvement alternatif est en effet communiqué au perforateur par une manivelle.

Le mouvement est transmis au perforateur par l'intermédiaire de ressorts opposés qui évitent les contre-coups brusques des inversions de mouvement. Cette perforatrice possède un mouvement de recul de l'outil qui se produit lorsque celui-ci est coincé. Elle fore des trous de 35 millimètres de diamètre.

L'introduction ou l'enlèvement de la mèche peut se faire par la culasse.

La machine donne environ 420 coups à la minute. L'avancement se fait à la main.

Le fonctionnement peut se faire même quand l'outil est coincé, grâce aux ressorts, ce qui évite la détérioration du mécanisme.

Le poids est de 90 kilogrammes sans le volant. Celui-ci pèse 20 kilogrammes.

La machine fore, dit-on, des trous de 80 à 100 millimètres de profondeur sur 35 millimètres de diamètre, par minute, dans le granit.

Elle absorbe 1,000 watts, soit 1 cheval 1/3 environ, avec un voltage variable suivant les distances et longueurs de câbles.

Nous traiterons en détail ces appareils intéressants dans notre troisième partie.

Gewerkschaft Weitzhelle und Arkzaute, à Cologne. — Cette société a reçu une mention honorable pour son exposition, qui comprenait un certain nombre d'échantillons de barytine extraite de ses mines.

Les mines de sulfate de baryte de la société se trouvent dans l'Allemagne occidentale et méridionale. Les couches de barytine sont situées entre du grès bigarré triasique et du porphyre diabasique; elles se rencontrent en filons ayant jusqu'à 8 mètres d'épaisseur, constitués par le remplissage de fentes dans les roches. On a reconnu des fentes de ce genre sur des longueurs allant, paraît-il, jusqu'à 4 et 5 kilomètres.

La production atteint 2,000 tonnes par mois. La barytine est, semble-t-il, assez pure. Les salbandes sont bonnes et se détachent nettement du minerai.

Des ateliers de préparation mécanique permettent de livrer finalement la barytine soit en morceaux, soit lavée, triturée et pulvérisée finement.

Ce produit est recherché par la chimie, par les fabriques de couleurs industrielles et par les fabriques de papier et cartons glacés.

AUTRICHE.

L'exposition de l'Autriche était relativement restreinte et se composait principalement de documents et échantillons envoyés par le Ministère impérial et royal des finances et par le Ministère impérial et royal de l'agriculture. C'étaient, de beaucoup, les deux expositions les plus intéressantes.

Ministère impérial et royal des finances. — Ce Ministère exposait un certain nombre de documents se rapportant aux salines si importantes exploitées par l'État :

a. Échantillons des minéraux et roches se rencontrant dans les mines de sel d'Autriche;

b. Produits crus, demi-crus et produits raffinés;

c. Modèles, albums avec dessins et plans des diverses salines;

d. Tableaux et outillage concernant l'exploitation de ces salines;

e. Reproduction, en blocs de sel gemme, du maître-autel de la chapelle de Saint-Antoine de Wieliczka, en Galicie.

Nous avons reçu, par l'entremise courtoise du Ministère, communication des plans et coupes des diverses salines exploitées, documents très intéressants et qui méritent d'être reproduits ici.

Les salines d'Autriche sont exploitées par l'État, l'exploitation du sel constituant un monopole absolu. Quatre salines seulement sont exploitées par des particuliers, mais sous le contrôle du Ministère des finances, qui fixe chaque année, pour chacune d'elles, la production maxima qu'elle ne peut dépasser.

On extrait, en Autriche, du sel de trois sortes différentes : 1° sel gemme; 2° sel obtenu par évaporation; 3° sel marin.

L'extraction du sel gemme, aussi bien que la plus grande partie des eaux salées utilisées pour le procédé d'évaporation, s'obtient au moyen de galeries et de fosses creusées dans les couches salifères.

a. Sel gemme. — Le sel en blocs, presque pur, est extrait des mines de Wieliczka et Bochnia en Galicie, en grandes quantités. Du sel en roche est aussi extrait de la même manière, mais en petites quantités, des salines de Kaczyska et Bukowina, ainsi que dans quelques salines des Alpes, extraction qui se fait en même temps que l'exploitation par dissolution. Toutefois, dans ces dernières, le sel extrait en roche, d'aspect inférieur à celui obtenu par évaporation, est destiné à l'alimentation des animaux ou aux établissements de bains.

b. Sel obtenu par évaporation. — Ce sel provient de différentes sources, qui sont :

1° Les eaux salées naturelles, exploitées dans le cas où leur concentration est suffisante. Les salines qui les recueillent sont celles de Lacko, Drohobycz, Bolechow, Dolina, Lanczyn et Delatyn; à Stebnik, Kalusz et Kossow, on utilise des eaux salées naturelles en même temps qu'on en produit d'autres artificiellement.

2° Eaux salées de dissolution. Dans tous les gisements de sel qui ne contiennent point de sel gemme pur, ou en trop faibles quantités pour être exploité directement, on

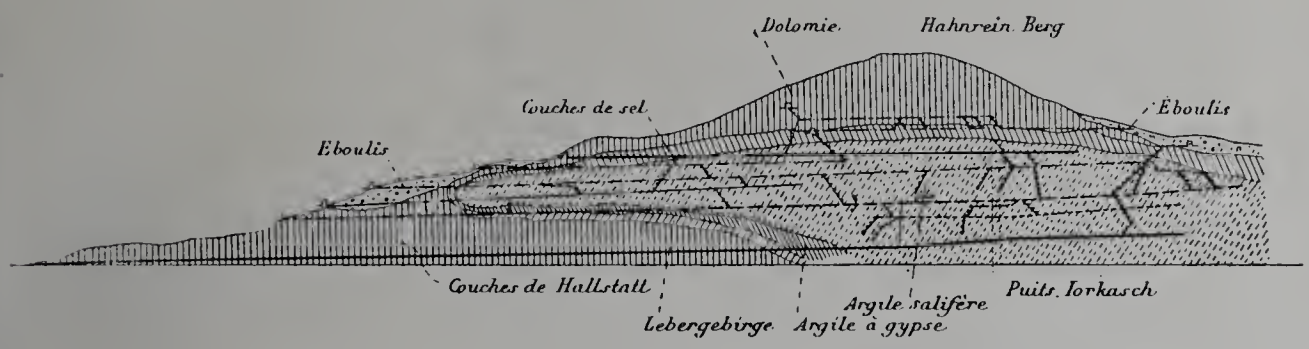


Fig. 3. — Coupe géologique du gisement de sel de Hallein (Dürrnberg).

emploie la méthode de dissolution (Alpes autrichiennes). Ce procédé de dissolution s'emploie de trois façons différentes :

α. Par dissolution discontinue, consistant à remplir une chambre d'eau douce et à la vider dès que l'eau est complètement saturée. Cette méthode, la plus ancienne, est encore couramment employée.

β. Par dissolution continue. Ce procédé, plus rapide, a l'avantage d'éviter que les

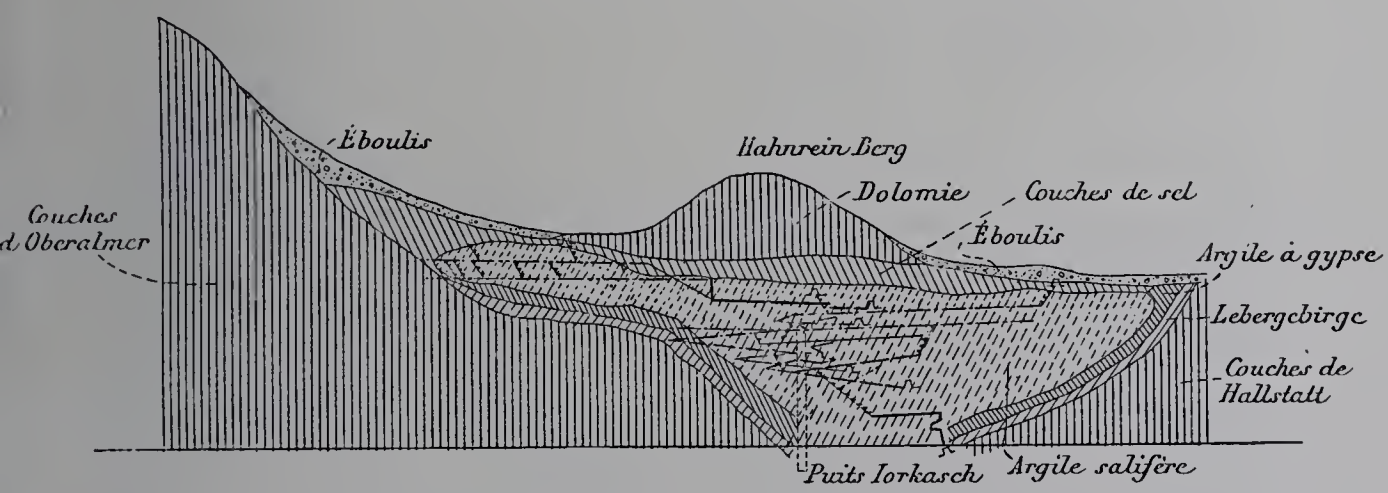


Fig. 4. — Coupe en travers du gisement de sel de Hallein.

parois latérales de la chambre s'élargissent par trop, et que l'étendue du plafond ne dépasse la limite de résistance nécessaire. Le procédé consiste à faire régler l'introduction d'eau douce par un puits vertical aboutissant au plafond de la chambre, de façon à ce que l'eau lave les parois du plafond et ne vienne au contact des parois latérales de la chambre que saturée et, par conséquent, incapable de les attaquer. L'eau saturée est pompée par un des côtés de la chambre.

Ce procédé a cependant des désavantages, tels que l'obstruction du canal de pompage par les dépôts calcaires et argileux, et les inégalités qui se produisent dans la dissolution du plafond par suite du manque d'homogénéité des matières qui le constituent.

γ. Le procédé a été enfin perfectionné par M. Anton Schernthanner, des salines d'Aussee. Sa méthode consiste à procéder par chambres de dissolution successives. Une fois la première chambre obtenue par le procédé précédent, on la remplit d'eau salée saturée, puis on fait couler de l'eau dans le puits central jusqu'à une certaine hauteur à laquelle on maintient son niveau en réglant l'admission et l'évacuation. Cette eau corrode les parois et se mélange à l'eau saturée qui se trouve dans le voisinage immédiat du puits. Mais cette diminution de saturation est vite compensée par l'action de l'eau sur les couches de sel du puits, de telle sorte que l'action diluante de l'eau ne peut se propager jusqu'à la paroi latérale de la chambre inférieure. Le puits s'élargit donc et constitue une seconde chambre, qu'on conduit aux mêmes dimensions que la première. On procède ensuite de même pour les chambres successives.

Ce procédé, appliqué au puits Scheuchenstuel, a donné d'excellents résultats. C'est le premier essai pratique.

Les eaux salées obtenues provenant de ces deux sources sont traitées par la chaleur pour obtenir le dépôt du sel par évaporation.

3° Le sel marin provient des côtes de Dalmatie.

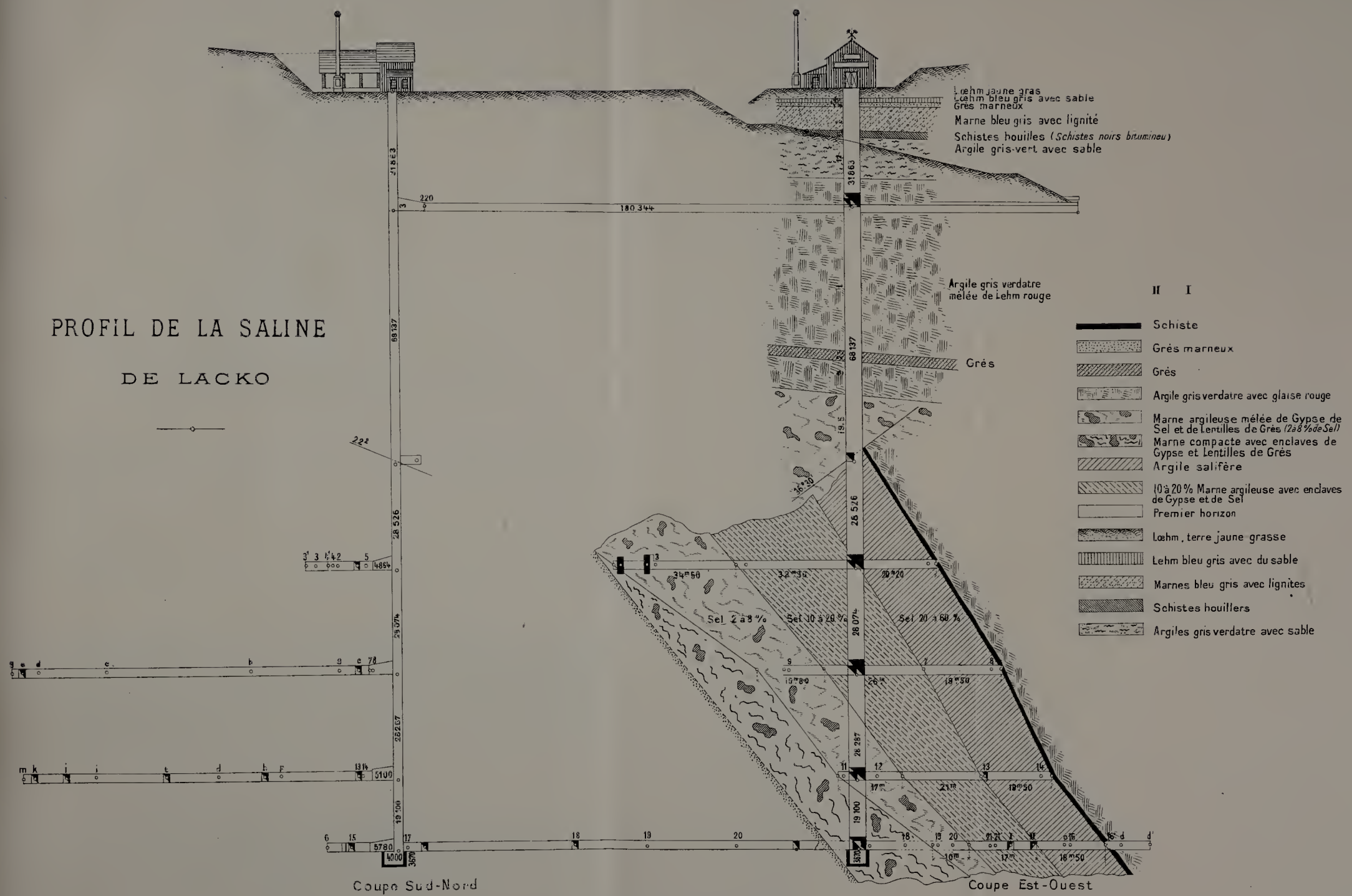
En 1898, les quantités de sel produites par les différentes salines de l'État se répartissent ainsi :

Sel	gemme	93,324 tonnes.
	par dissolution	190,081
	marin	47,908
	Total	331,313

Nous donnons quelques renseignements sur les principales salines de l'État, en y joignant des coupes géologiques intéressantes, qui nous ont été communiquées par le Ministère des finances autrichien.

Hallein (Salzburg). — Le gisement de sel de Dürrnberg (fig. 3 et 4) se trouve à environ une heure au sud-ouest de Hallein. Ce gisement, au point de vue géologique, se présente comme un pli de terrain recouvert par des couches de calcaires de Hallstadt et de débris d'érosion des montagnes. Il ne renferme que très peu de sel gemme, qui est utilisé à Dürrnberg même pour les besoins des habitants. L'exploitation par dissolution comprend actuellement vingt chambres. La production annuelle d'eau salée, dans les cinquante dernières années, s'est élevée de 550,000 à 850,000 hectolitres. Actuellement, cette saline possède une installation électrique, et on emploie, en grande partie, des perforatrices Siemens pour l'exploitation du sel.

Lacko (Galicie). — Lacko est la saline la plus à l'ouest des gisements de Galicie, à 6 kilomètres de Dobromil. On exploite par le procédé de dissolution. Le gisement (fig. 5) a une puissance allant jusqu'à 58 mètres, avec une teneur en sel de 50 à 60 p. 100. On y a foncé deux puits, l'un, le Franzschacht, de 144 mètres, et l'autre, le Karlschacht, de 90 mètres. Le premier sert aux communications, personnel, matériaux, etc., et le second à l'amenée de l'eau dans la mine. En 1897, on a traité 265,000 hectolitres d'eau salée. On fonce actuellement un autre puits à travers les riches couches de Haselgebirge.



SALINE DE LACKO. Fig. 5.

C. F. E

Stebnik (Galicie). — La saline de Stebnik (fig. 6) est à 8 kilomètres de Drohobycz. Elle possède des couches salifères très riches, et dont la puissance atteint 250 mètres. On y rencontre le sel mélangé à de l'argile, du gypse et de l'anhydrite.

La saline, qui comprend deux horizons, possède trois puits et produit annuellement 250,000 à 300,000 hectolitres d'eau salée dans cinq chambres de dissolution.

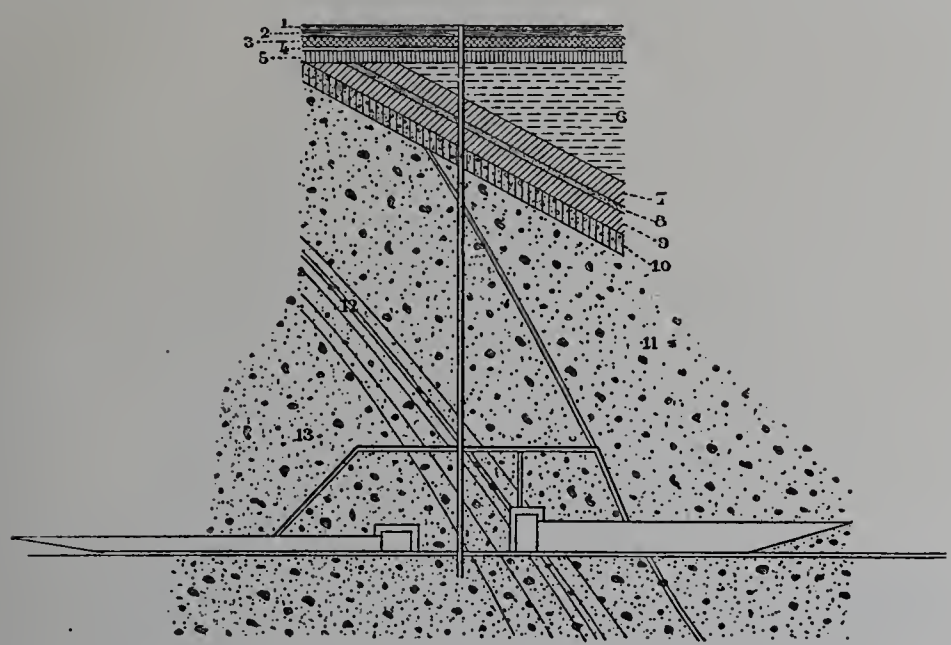


Fig. 6. — Coupe géologique du gisement de sel de Stebnik (Galicie) par le puits Hubert.

1 Terre végétale. — 2 Argile jaune. — 3 Glaise bleu gris. — 4 Eboulis. — 5 Glaise bleu gris. — 6 Glaise avec gypse fibreux et sables. — 7 Glaise avec grès et gypse. — 8 Grès perméable. — 9 Glaise bleu gris avec grès et gypse salifère. — 10 Couche de sel argileux (60 p. 100) et sel cristallisé. — 11 Gîte de sel (60 à 80 p. 100). — 12 Couches alternées riches en sel gemme. — 13 Gîte de sel (80 p. 100).

Kalusz (Galicie). — La saline de Kalusz (fig. 7 à 9) est située à 2 kilomètres de la ville de même nom.

Le gisement de Kalusz, qui s'étend du sud-est au nord-ouest, se divise en deux parties.

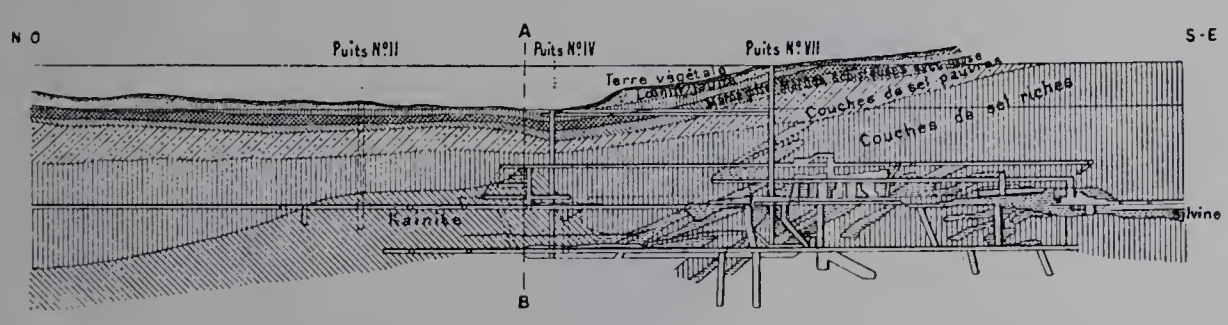


Fig. 7. — Coupe en long de la mine de sel de Kalusz.

L'une se compose d'argile salifère, sans mélange de sel de potasse, d'une puissance de 90 mètres. Cette argile est exploitée par quatre chambres de dissolution.

L'autre est formée de couches d'argile salifère, renfermant des couches de sels de potasse (kaïnite et sylvinite) de 40 mètres à 50 mètres de puissance, irrégulières et ondulées.

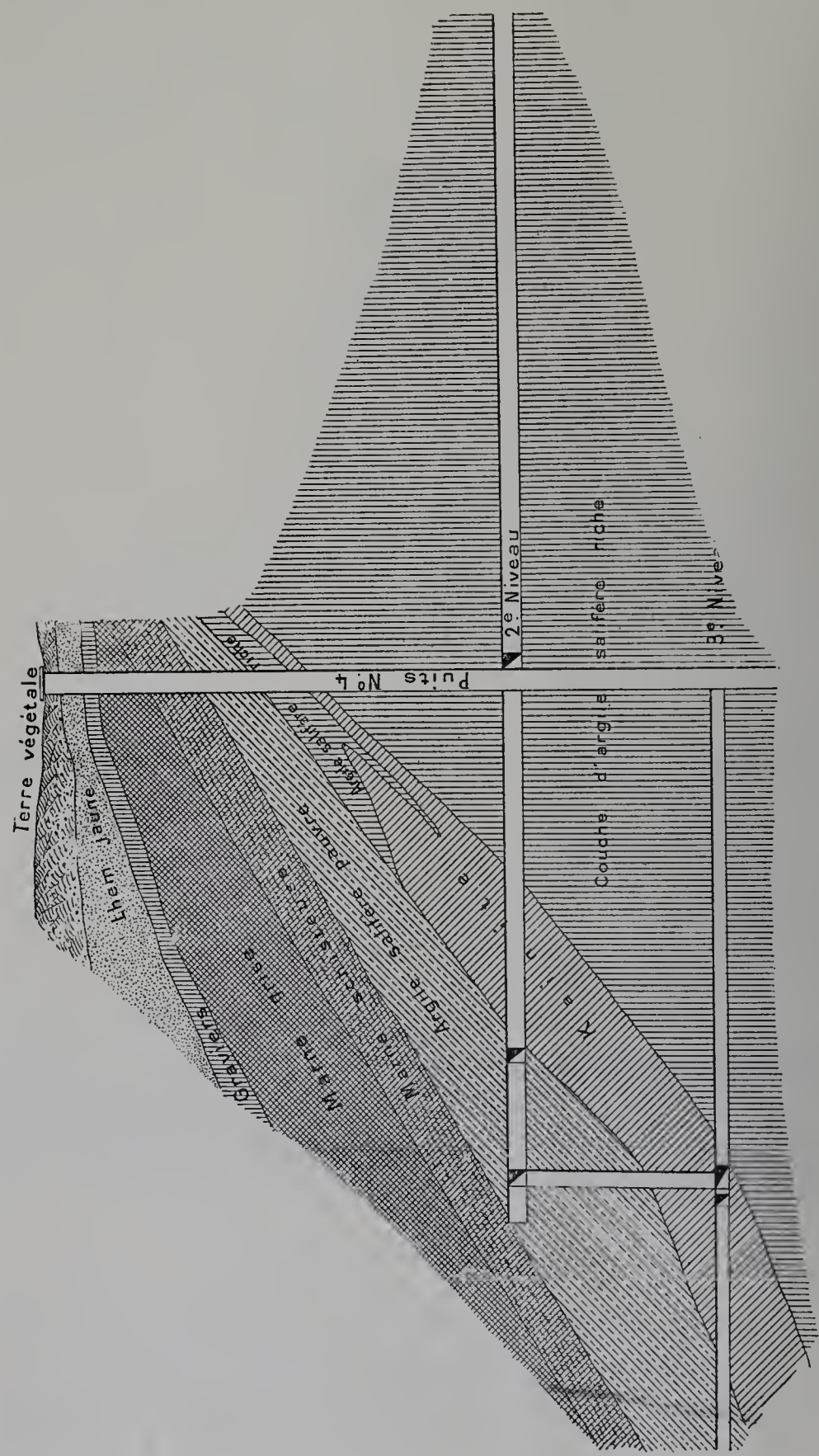


Fig. 8. — Coupe en travers A-B de la mine de sel de Kalusz.

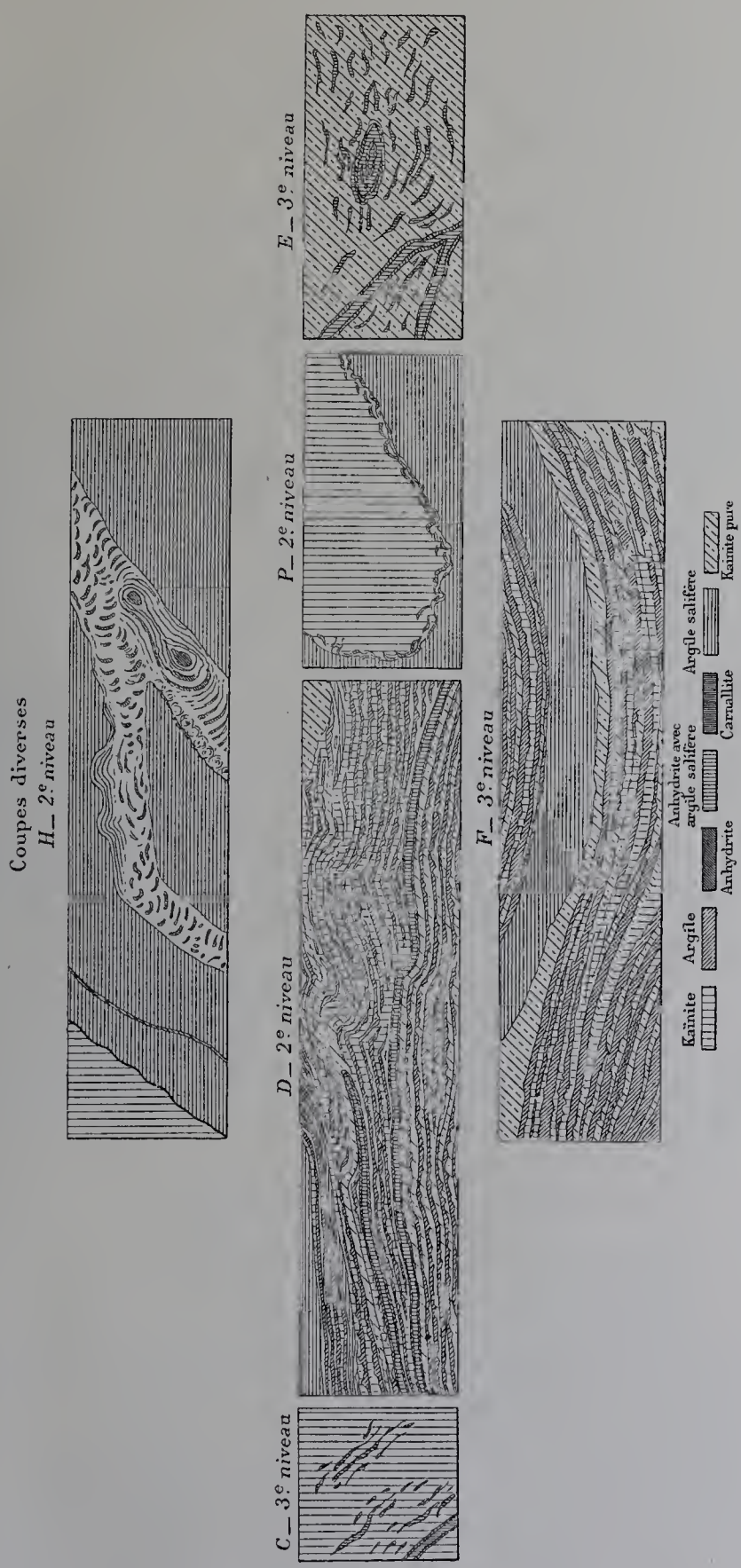


Fig. 9. — Détails des gisements de kaïnite à Kulusz.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Des inclusions de carnallite pikromerite et, plus rarement, de singenite (kaluszite) s'y rencontrent en petites quantités.

L'exploitation se fait par trois horizons. Elle s'étend sur 640 mètres en longueur (nord-ouest-sud-est) et 300 mètres en largeur. Le puits « Barbara » donne annuellement 50,000 hectolitres. Par an, la saline produit 40,000 à 45,000 quintaux de sel gris.

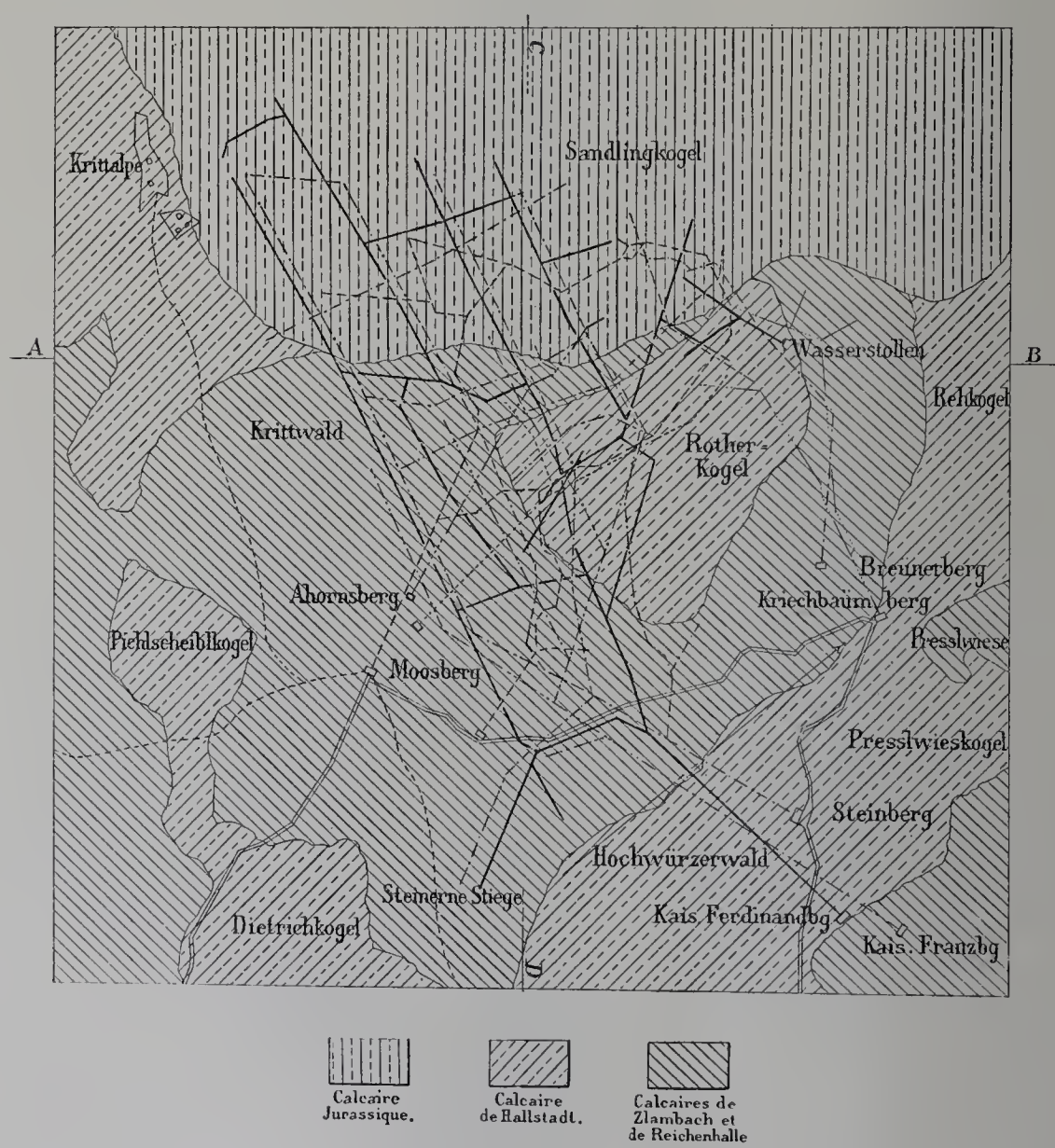


Fig. 10. — Carte générale géologique du gisement de sel d'Aussee.

La kaïnite s'extrait actuellement pour 35,000 à 40,000 quintaux, alors qu'en 1891 on n'en extrayait que 2,411 quintaux.

Aussee (Steiermark). — A Aussee (fig. 10 à 12), le gîte de sel est surmonté des couches des argiles de Zlambach et des calcaires de Hallstatt, au pied du Sandling, au-dessus d'Alt-Aussee. Le « Haselgebirge », qu'on y rencontre, est le plus riche en sel de toutes les salines des Alpes, de telle sorte qu'à côté de l'exploitation par la dissolution, on en extrait annuellement plusieurs centaines de tonnes. Une installation élec-

Fig. 11. — Coupe C-D de la mine de sel d'Aussée.

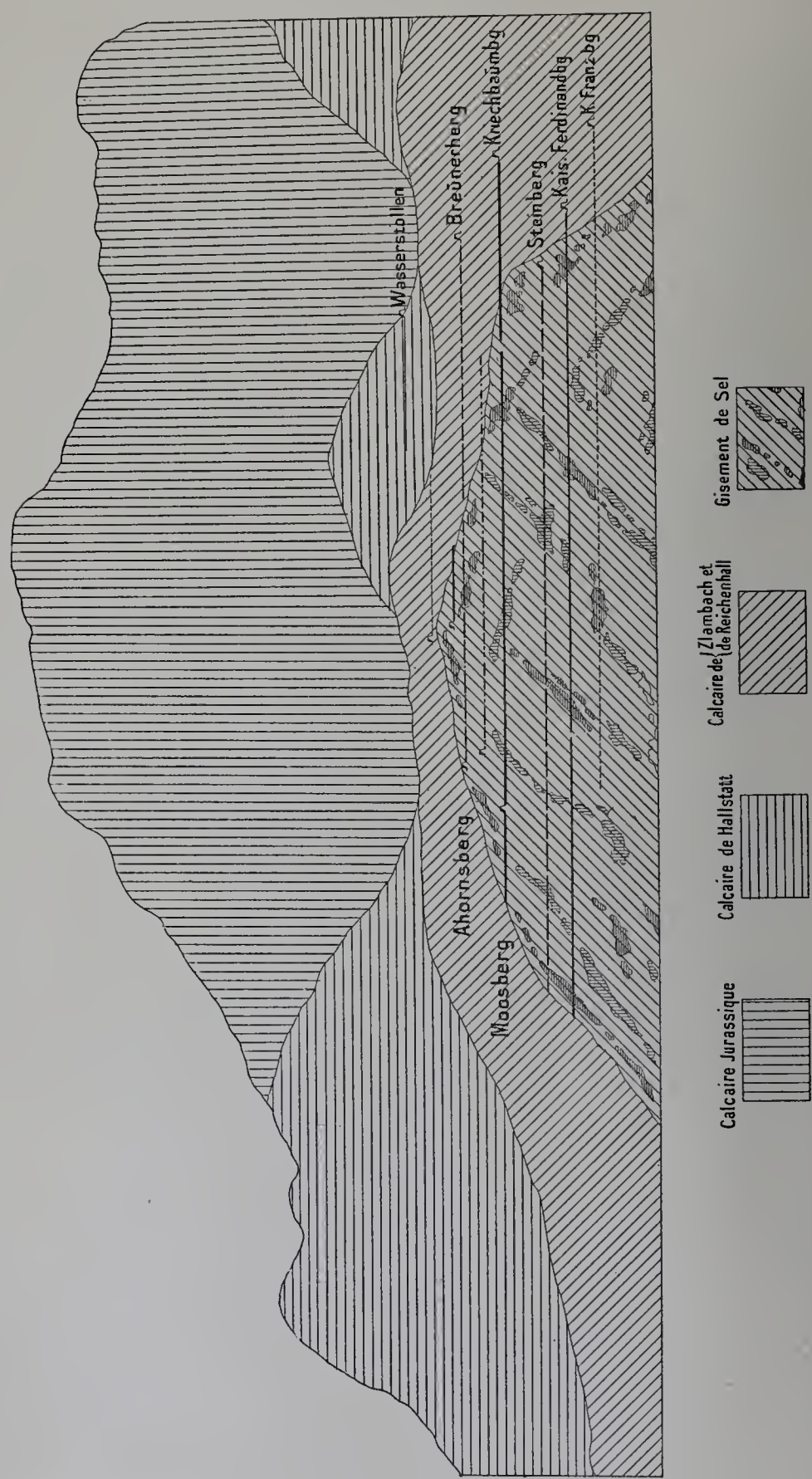


Fig. 12. — Coupe A-B du gisement de sel d'Aussee.

trique y a été installée et les transports se font actuellement à l'électricité (25 tonnes par jour). L'énergie électrique est produite par une usine hydraulique alimentée par les eaux d'un torrent. L'électricité est utilisée, en outre, pour l'éclairage et la perforation.

En 1897, on a extrait 850,000 hectolitres d'eau salée contre 300,000 en 1848. On a employé tous les procédés de dissolution. Actuellement, on se sert particulièrement du procédé de chambre à puits inventé par le directeur de la saline, à Schernthanner, procédé dont nous avons parlé plus haut.

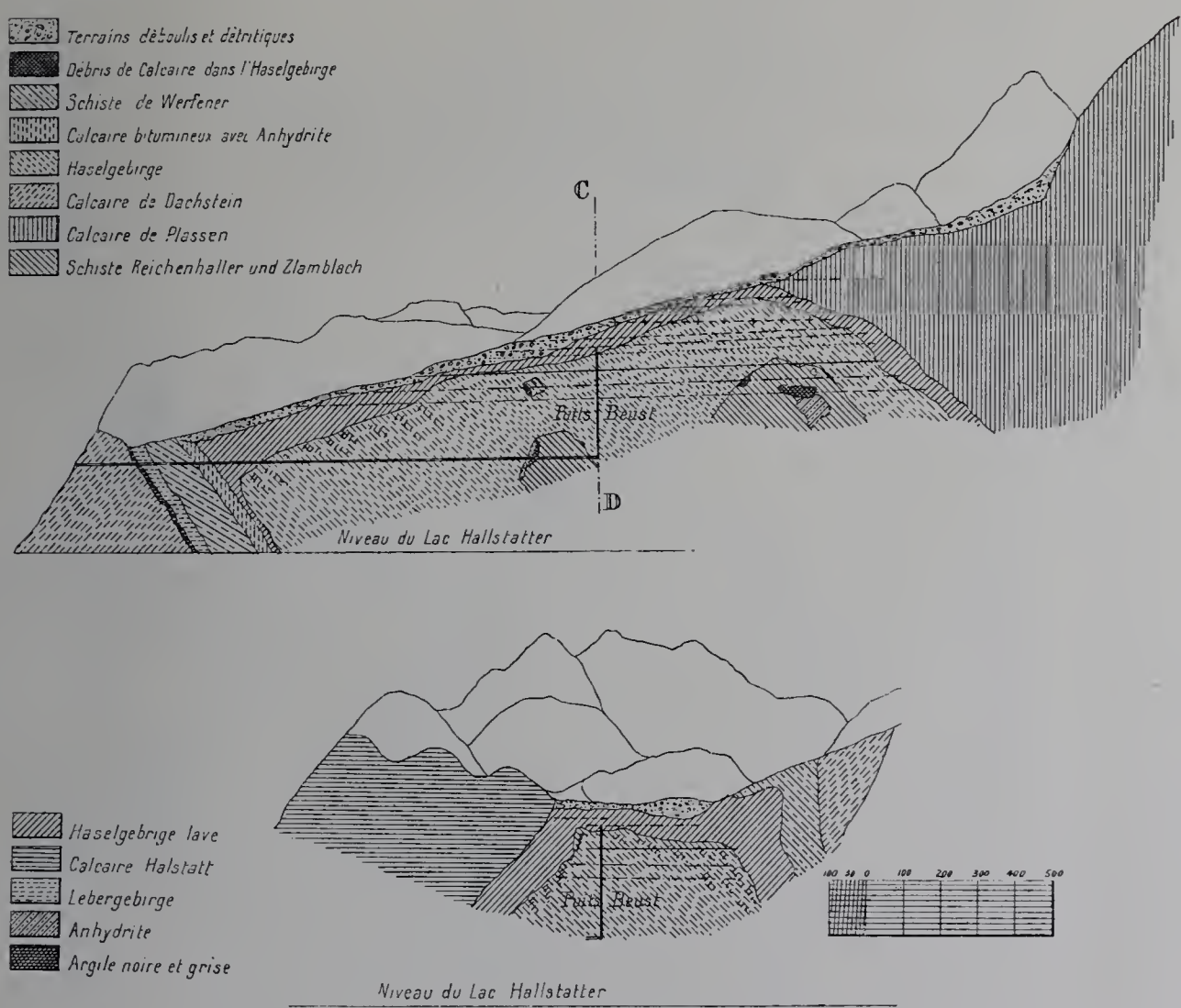


Fig. 13. — Coupe en long et coupe en travers des salines de Hallstatt.

Hallstatt. — Le gisement de Hallstatt (fig. 13 à 16), au pied du versant est du Plassenberg et contre le lac de Hallstatt, comprend une couche puissante et s'étendant à une grande profondeur de Haselgebirge, dont la richesse en sel est peu inférieure à celle d'Aussee. Il est exploité actuellement dans une formation et une épaisseur de plus de 600 mètres. Il est intéressant de noter, au point de vue géologique, qu'on y rencontre un bloc de calcaire puissant enfermé dans le sel, ainsi qu'un pointement demélaphyre, que l'on peut suivre jusqu'à la surface. On y trouve toutes les variétés de

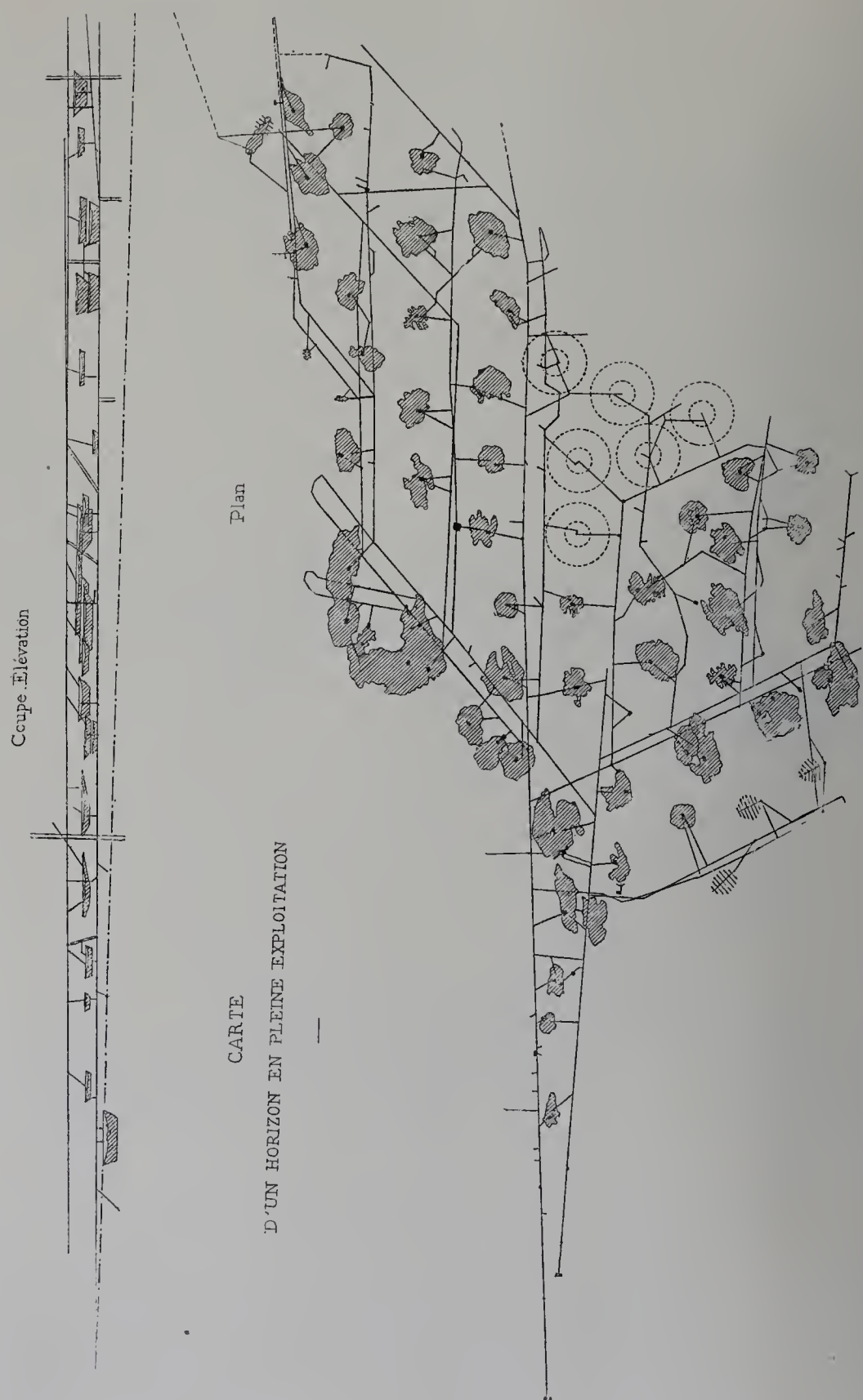


Fig. 14. — Exploitation d'un horizon des salines de Hallstatt. (Kaiserin Christina et Kaiser Josef Stollens.)

sel, comme structure et comme couleur. Contre le sel, on voit de beaux échantillons de gypse, de muriacite, de polyhalite, etc.

On extrait annuellement de 200 à 300 tonnes de sel gemme.

L'exploitation par dissolution est importante. Actuellement, on extrait 2 millions 1/4 d'hectolitres contre 1 million en 1847. En 1897, on a installé une station centrale d'électricité pour les transports, l'éclairage, la perforation et la force motrice.

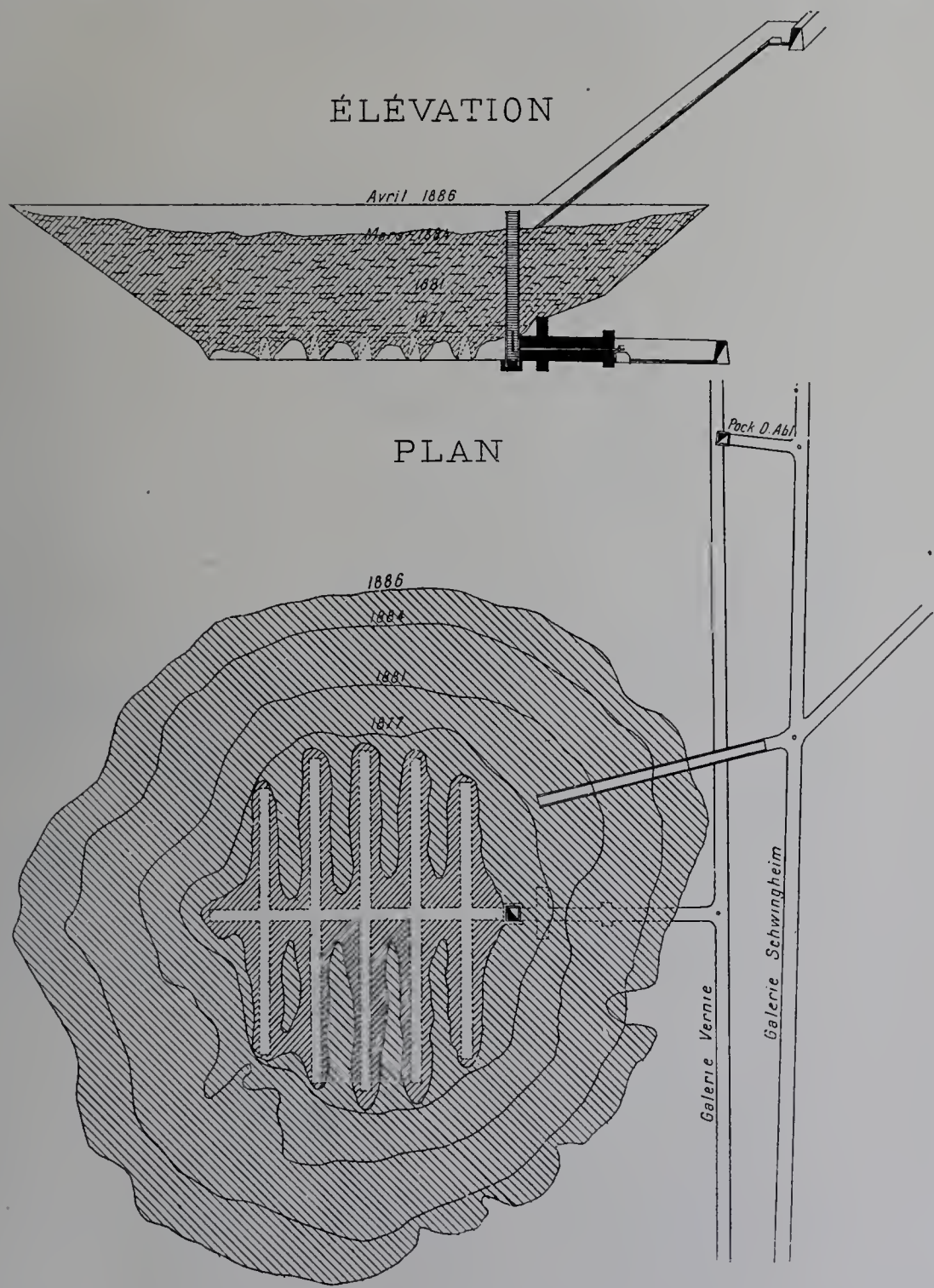


Fig. 15. — Exploitation de la mine de sel de Hallstatt par les chambres de dissolution, système Rittinger.

Ischl. — Le gisement d'Ischl (fig. 17 et 18) est situé au sud-est de la ville d'Ischl. Parmi les gisements alpins, c'est le moins bouleversé au point de vue des couches

géologiques. Une coupe nord-sud montre les couches suivantes en ordre : calcaires du néocomien, calcaires argileux, argile à gypse, couches de Werfner avec calcaires épais dolomitiques, argiles noires avec lentilles de gypse, argiles stratifiées noires brillantes, sables sulfureux, calcaires clairs. On n'extrait que très peu de sel pur en bloc (Berg-

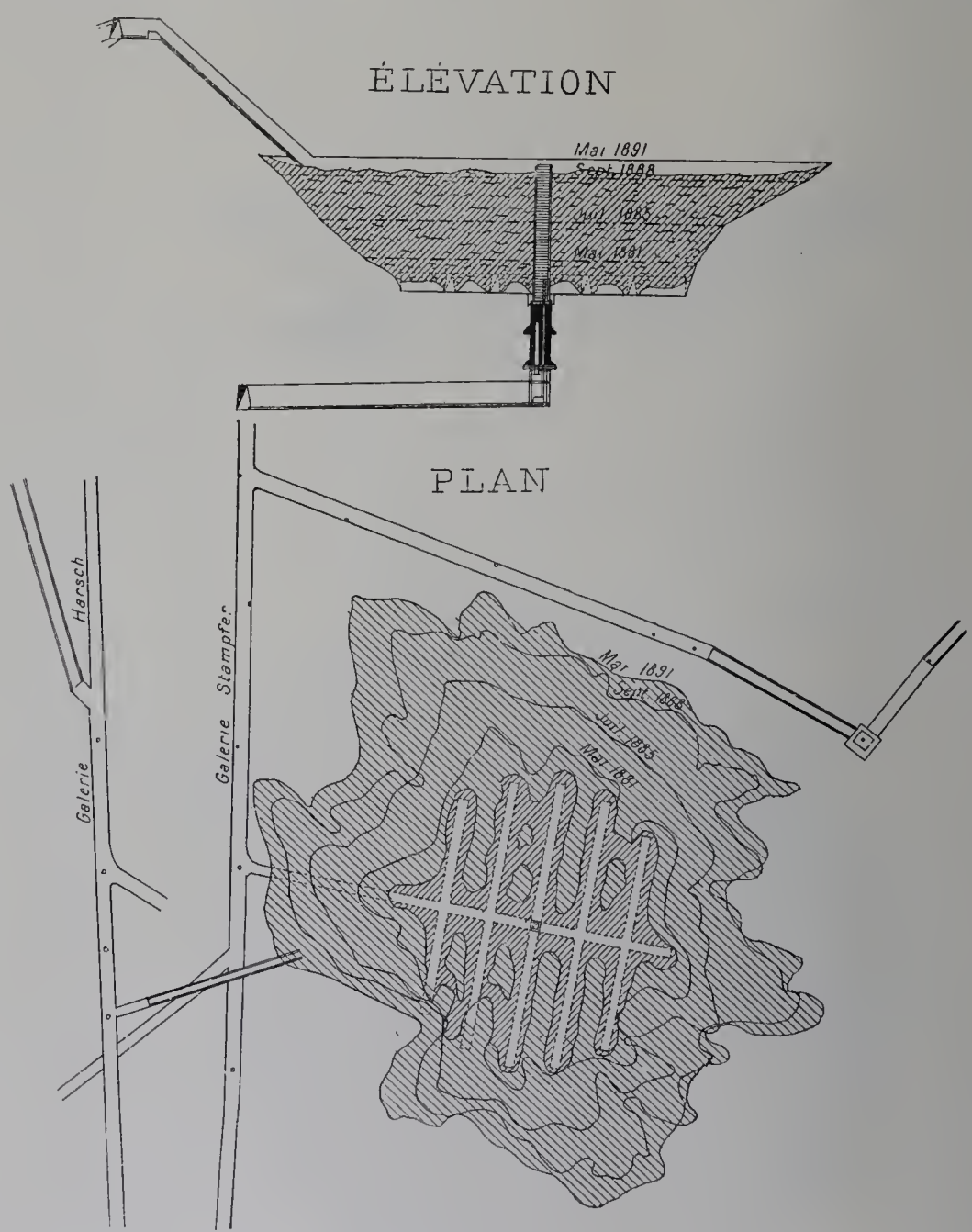


Fig. 16. — Exploitation de la mine de sel de Hallstatt par les chambres de dissolution, système Prinzinger.

kern), le procédé de dissolution s'y exploite dans vingt-quatre chambres et produit annuellement 1,010,000 hectolitres. On emploie des perforatrices à percussion et à rotation Siemens, mues par l'électricité qui vient de la station de Laufen.

Ebensee. — Ebensee ne possède qu'une installation au jour pour traiter des eaux salées provenant de la saline d'Ischl. En 1896, on y a traité environ 51,760 tonnes de sel.

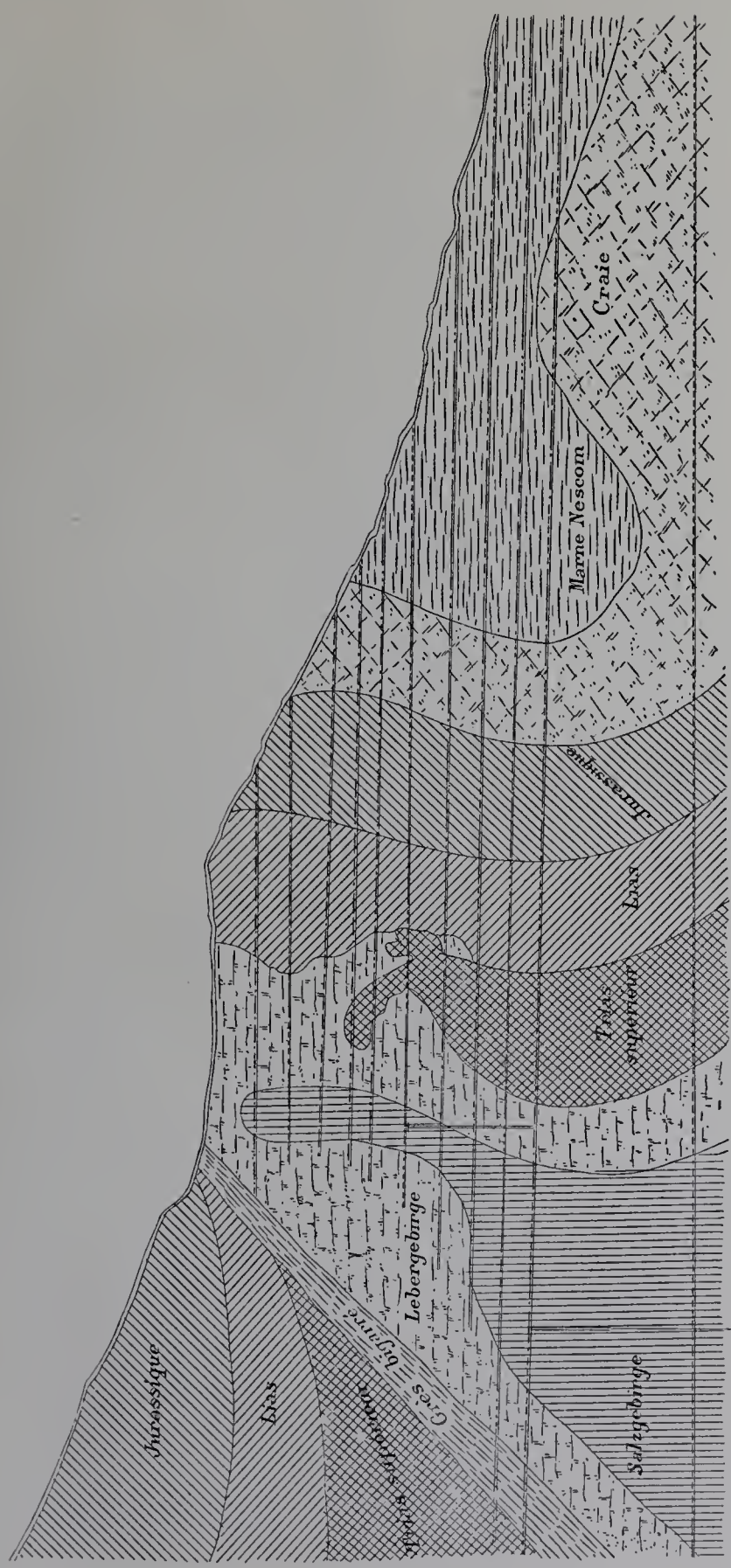


Fig. 17. — Coupe Nord-Sud de la mine de sel d'Ischl.

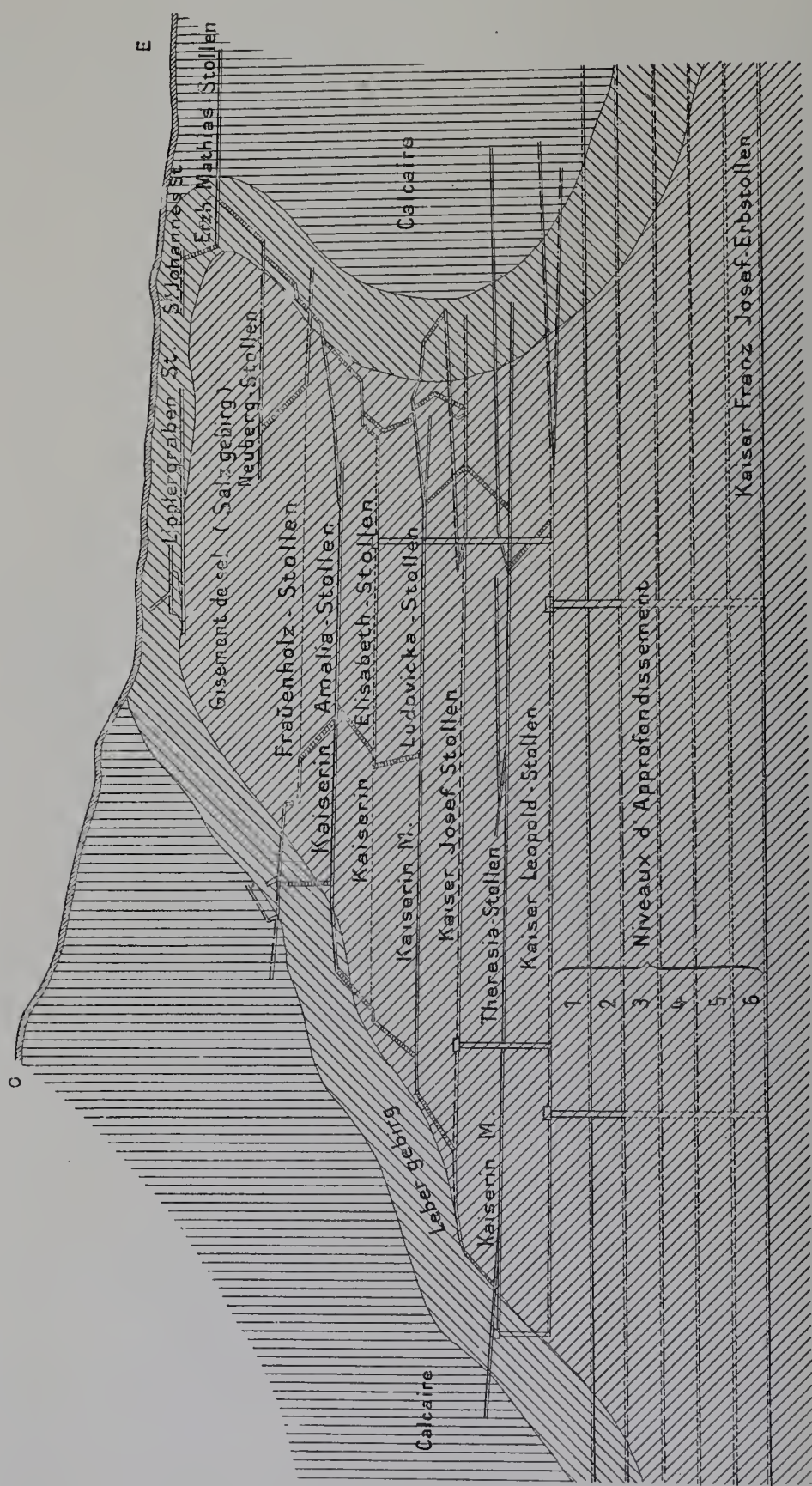


Fig. 18. — Coupe Est-Ouest de la saline d'Ischl.

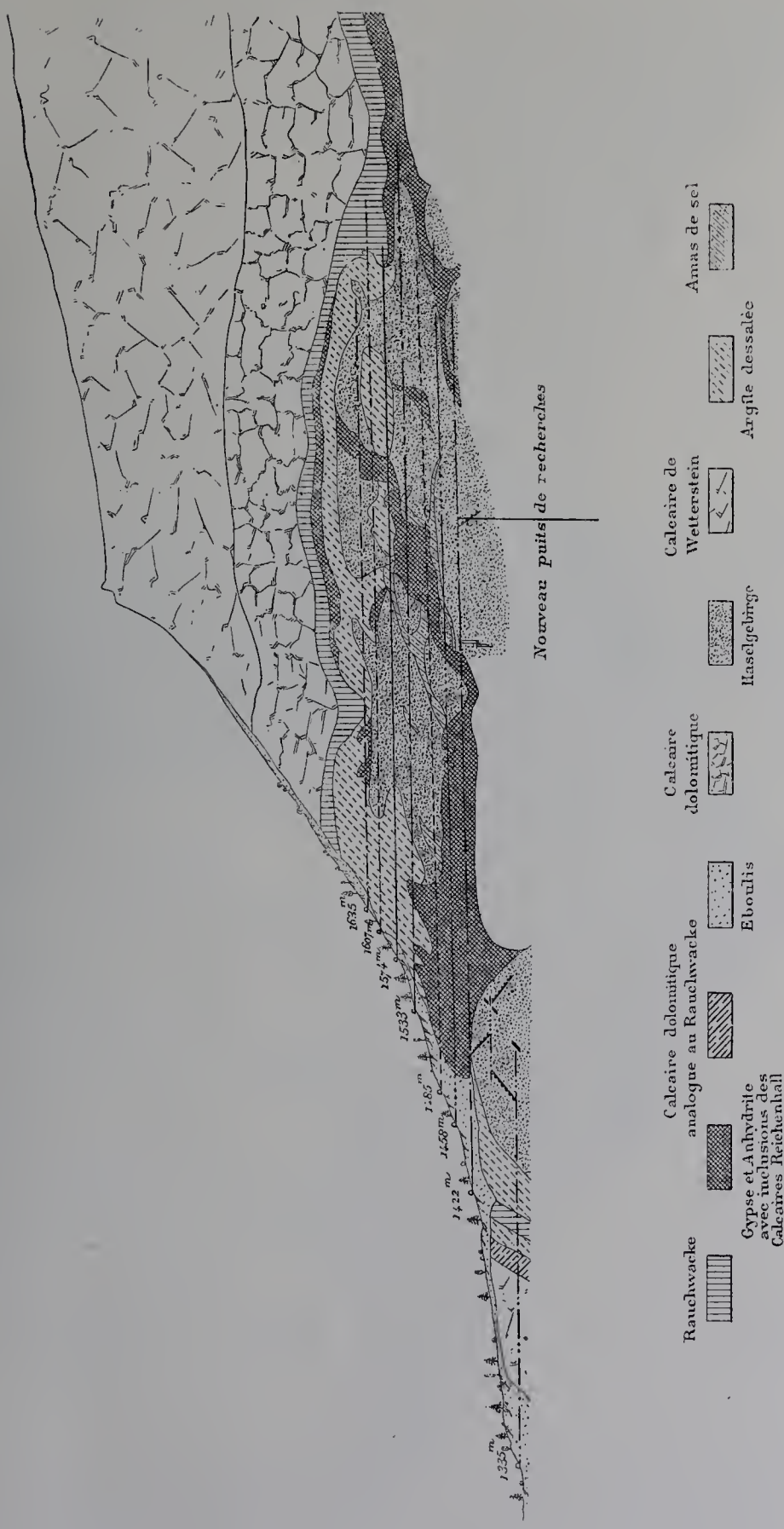


Fig. 19. — Coupe géologique en long de la mine de sel de Haile (Tyrol).

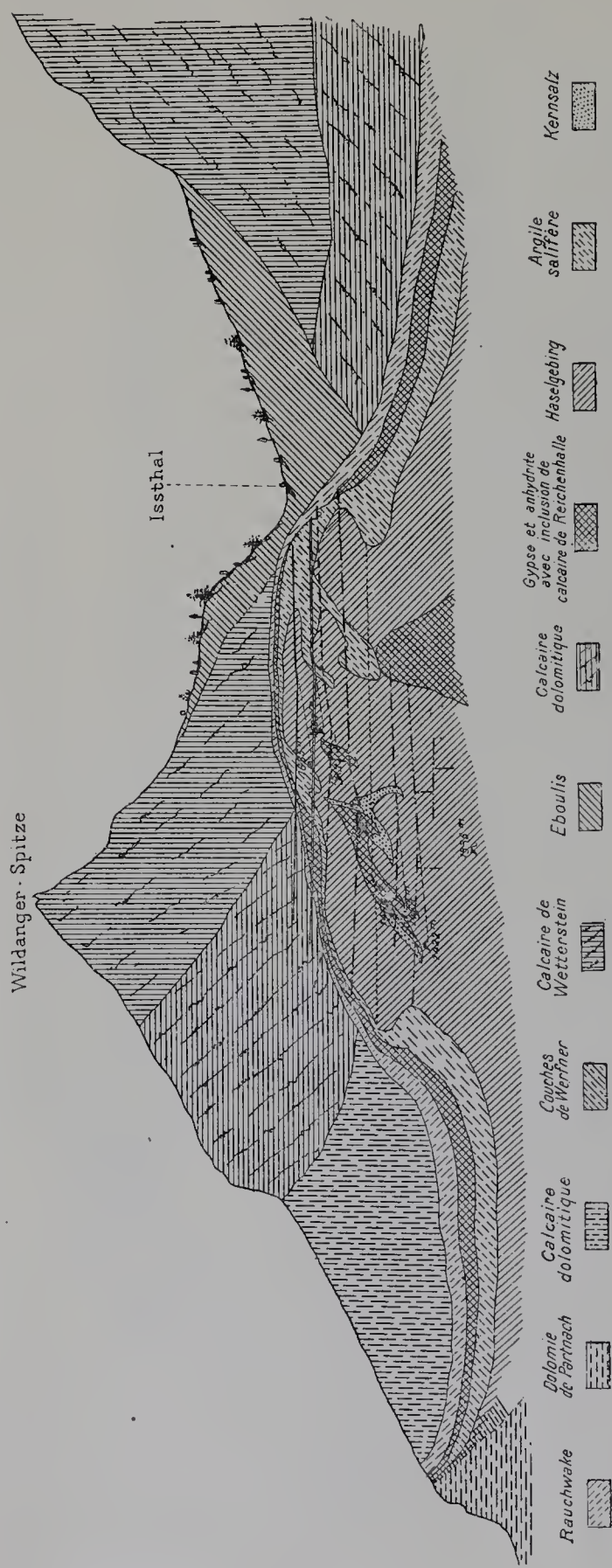


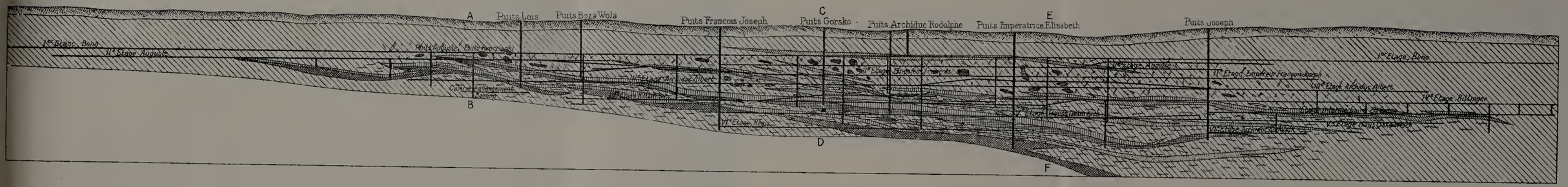
Fig. 20. — Coupe géologique en travers du gisement de sel de Halle.

Halle (Tyrol). — La saline de Halle (fig. 19 et 20) se trouve à environ 12 kilomètres au nord de la ville de Halle, dans la vallée étroite du même nom, souvent ravagée par des avalanches et située de 1,360 à 1,660 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est le plus élevé, mais aussi le plus pauvre en sel, des gisements alpins. La teneur en sel du « Haselgebirge » y est de 30 à 35 p. 100 seulement. Il est recouvert des calcaires de Wetterstein, qui présentent des venues d'eau importantes, rendant l'exploitation difficile. On y rencontre de beaux échantillons de sélénite, breunérite et blœdite.

On y exploite dix-neuf chambres de dissolution. La production annuelle est de 450,000 hectolitres d'eau salée. On vient d'y installer l'électricité produite par une usine hydraulique.

Wieliczka (Galicie). — Comme tous les gisements connus en Galicie et en Bukowina, Wieliczka (fig. 21 à 25) appartient aux formations du miocène. Les restes organiques trouvés dans les argiles qui accompagnent le gîte et qui sont des fossiles marins prouvent que la formation saline de Wieliczka est d'origine maritime. En partant de la surface, on rencontre

COUPE LONGITUDINALE DES SALINES DE WIELICZKA



Légende

- Argile dessalée
- Argile rouge brun
- Argile salifère compacte
- Argile salifère stratifiée mélangée d'Anhydrite.
- Grès des Carpathes
- Couches du sel gemme dit "Spiza Salz"
- Couches du sel gemme dit "Szybiker Salz" { de 1er groupe / de 2e groupe / de 3e groupe
- Amas du sel gemme dit "Grünsalz"

SALINES DE WIELICZKA. — Fig. 21.

C. F. E.

les couches suivantes : terre végétale, lœhm jaune, argile avec sable fin, marne gris bleu et argile mélangée de grès avec une couche de gypse; puis, vient le sel vert non stratifié

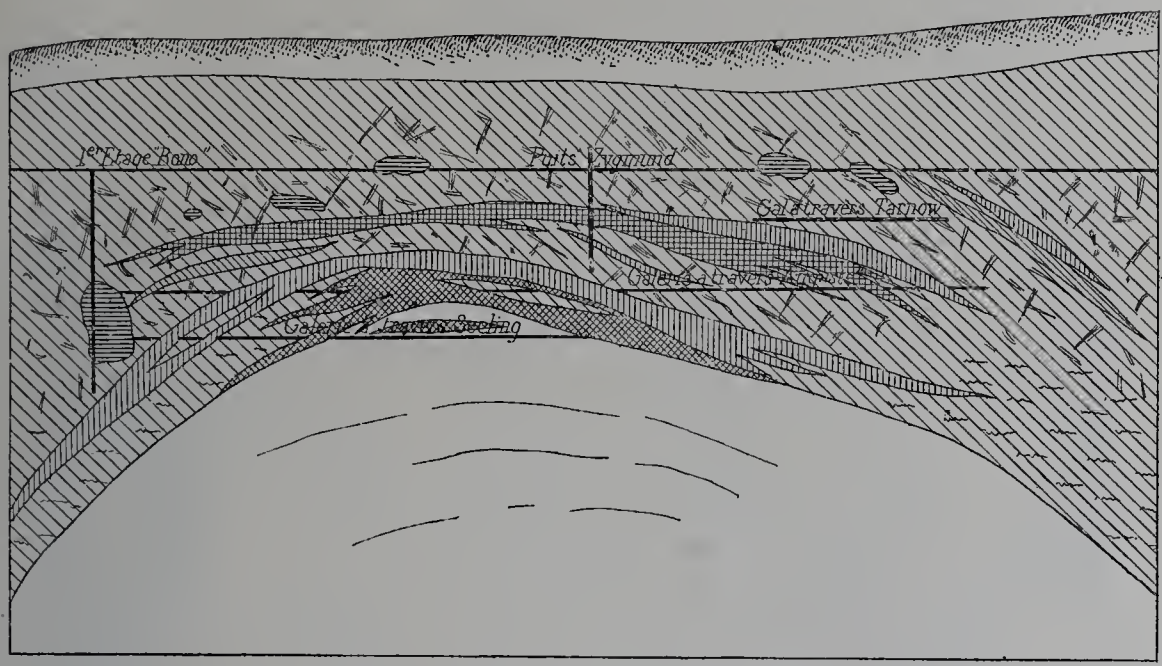


Fig. 22. — Saline de Wieliczka, coupe A-B.

contenant, au milieu des blocs de sel, un enchevêtrement de grès, de marbre et de blocs de granit dans de l'argile gris vert; enfin, en dehors, le sel stratifié. Ce dernier étage se compose principalement d'argile salifère, de grès salifère, d'argile avec gypse et

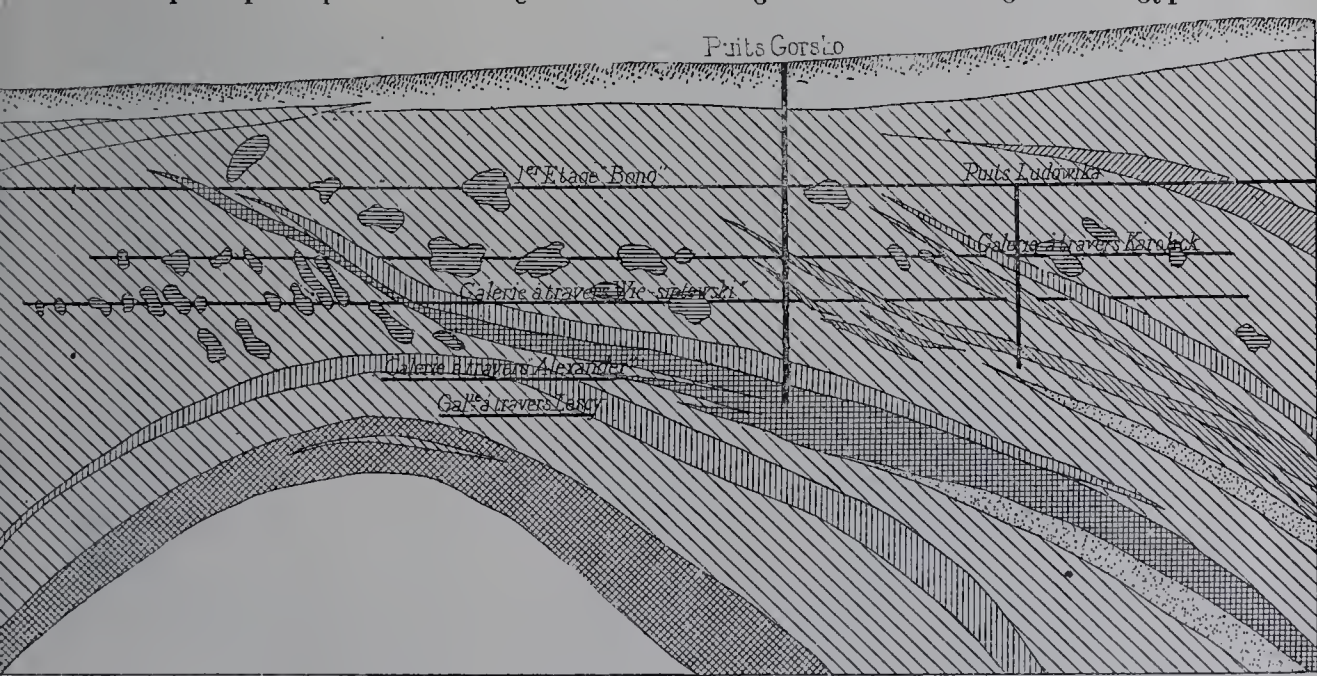


Fig. 23. — Saline de Wieliczka, coupe C-D.

anhydrite, et de sel en roche qui, à son tour, comprend trois qualités : le sel vert (95 p. 100), le Spizasalz (95.3 p. 100) et le Szybikersalz (98.7 p. 100). A l'ouest, on rencontre le calcaire jurassique au mur.

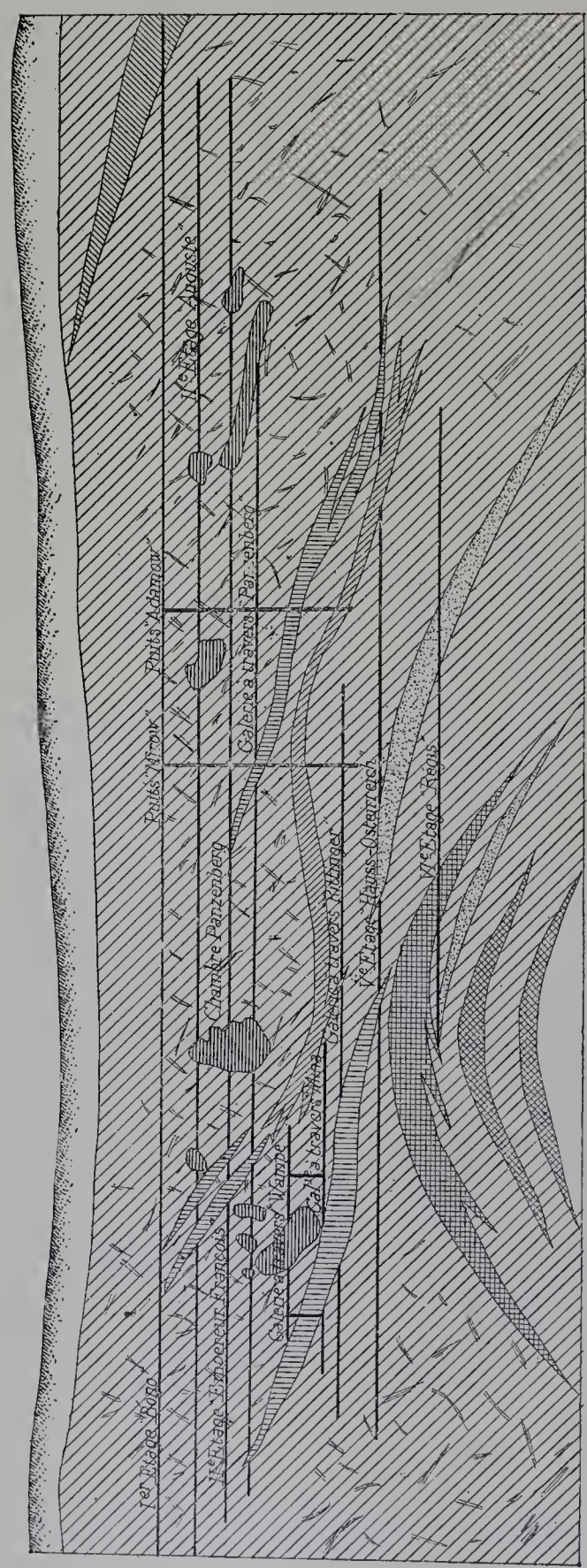


Fig. 24. — Saline de Wieliczka, coupe E-F.

Les diverses qualités de sel en roche sont intéressantes au point de vue minéralogique, ainsi que l'anhydrite compacte de couleur blanc bleuâtre, dont la texture l'a fait appeler « Gekrösestein » (pierre à fraise), et qui se rencontre quelquefois avec de très beaux cristaux de gypse.

L'exploitation comprend huit étages et huit puits, dont trois destinés à l'extraction et à l'épuisement, deux au personnel, un aux chevaux et deux à l'aération. La longueur totale des galeries atteint 105,000 mètres et les voies ferrées 35,500 mètres.

L'aérage se fait naturellement et est entretenu par un foyer. Les mesures de sécurité pour le personnel dans les puits ont été multipliées depuis quelques années.

L'extraction a été de 85,000 tonnes en 1897 contre 55,000 en 1847. Les 6/10 du sel extrait sont employés pour l'industrie ou le bétail. L'installation mécanique comprend quatre machines d'extraction, deux d'épuisement, quatre pour les moules, deux pour les compresseurs, trois pour les dynamos et une pour les installations mécaniques accessoires.

Bochnia (Galicie ouest). — Le gisement de sel de Bochnia (fig. 26 à 28) a été reconnu sur une longueur de 3,500 mè-

tres. Sa direction générale est de l'est à l'ouest. Il se présente sous la forme d'une fraction presque verticale et remplie d'argile brune bitumineuse traversée de couches de gypse. Dans cette argile, le sel forme des couches exploitables de 1 à 3 mètres de puissance. On ne trouve là que du « Szybikersalz » et du sel vert. On pratique des sondages près de Garzkow pour reconnaître le prolongement de ce gisement.

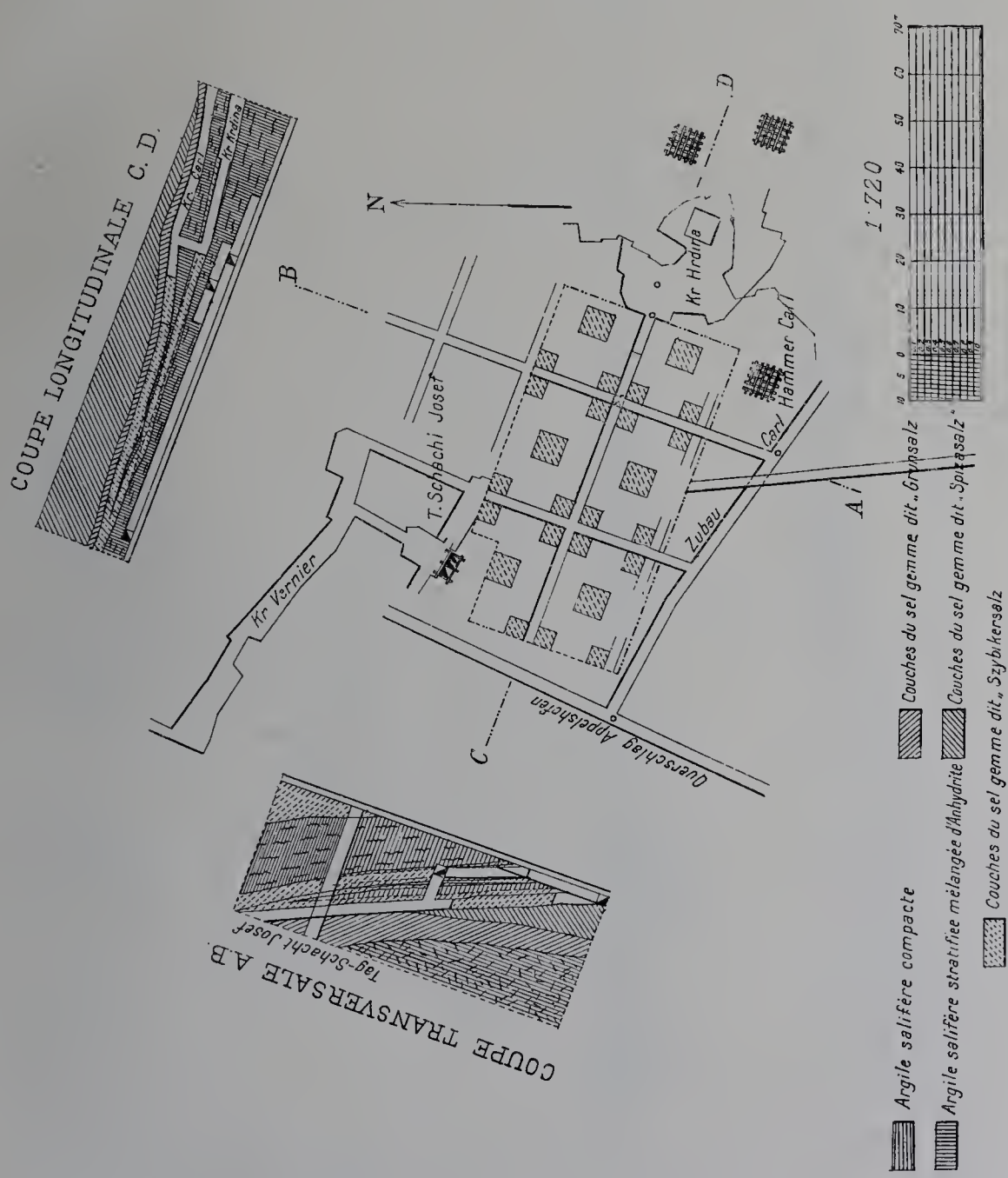


Fig. 25. — Exploitation du sel gemme à Hrdina (Wieliczka).

La mine s'étend, en profondeur, jusqu'à 400 mètres, sur une largeur de 240 mètres avec trois puits. On exploite à dix niveaux différents. La production a diminué, elle est actuellement de 9,000 tonnes, alors qu'il y a cinquante ans on extrayait 17,000 tonnes. Ceci tient aux meilleures conditions d'exploitation et de transport de Wieliczka, qui favorisent cette mine et ont fait restreindre l'exploitation de Bochnia.

Delatyn (Galicie est). — Le gisement remarquablement riche de Delatyn (fig. 29

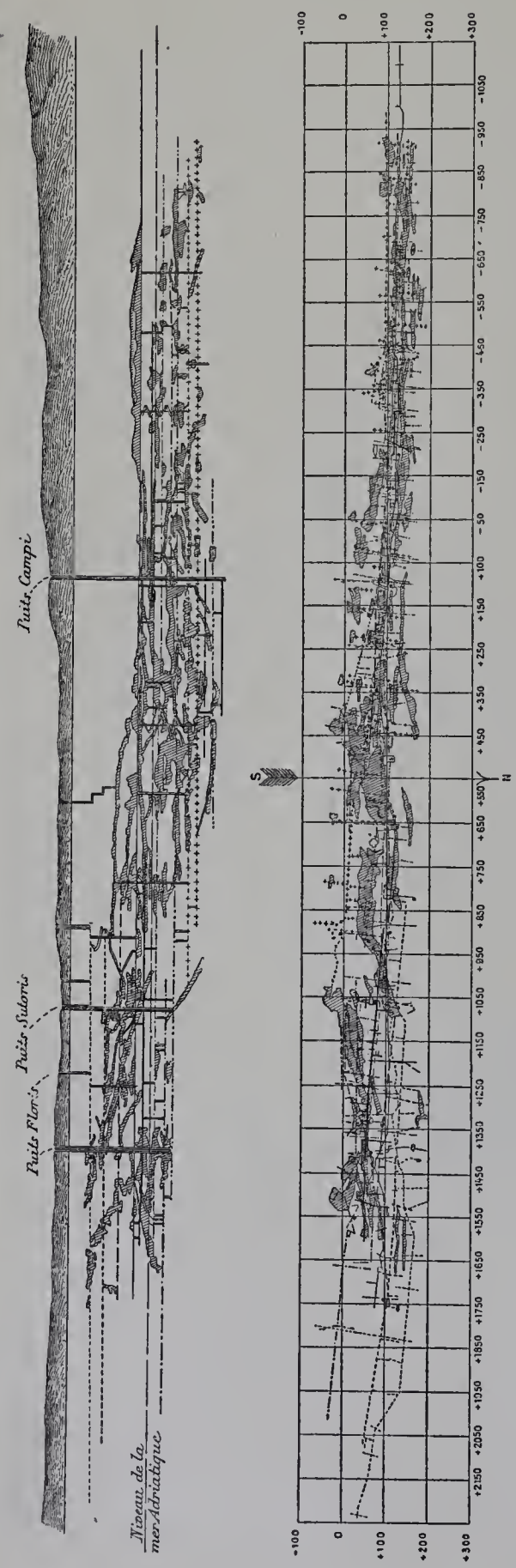


Fig. 26. — Carte générale (plan et coupe) de l'exploitation de la mine de Bochnia.

à 33) se trouve presque partout à une faible profondeur (6 à 19 mètres) en dessous de la terre végétale, de terrains d'alluvions et d'une couche d'argile salifère. On y rencontre des eaux salées naturelles qui servent à l'exploitation par dissolution, au moyen de deux puits d'environ 18 mètres de profondeur. On extrait environ 118,000 quintaux d'eau salée produisant annuellement 3,600 tonnes de sel.

Kossow (Galicie est). — La saline de Kossow (fig. 34 et 35) présente un gîte de sel d'environ 70 mètres de puissance, elle contient une certaine quantité de sel pur. Autrefois, et jusqu'en 1878, elle a été exploitée par abatage pour extraire ce sel pur. Actuellement, on emploie uniquement le procédé de dissolution. Les diverses chambres de dissolution sont desservies par un puits de 65 mètres. On extrait annuellement environ 130,000 hectolitres produisant de 4,000 à 4,500 tonnes de sel.

Kaczyka (Bukowina). — Les formations très irrégulières de Kaczyka (fig. 36) ont une inclinaison de 30 degrés environ et ont une puissance de 230 mètres. Le sel mêlé à l'argile et aux marnes a une teneur de 80 à 90 p. 100 et présente des couches de sel pur exploitables alternant avec des couches d'argile, ce qui rend difficile l'exploitation du sel pur. On y emploie le procédé par dissolution, concurremment avec l'extraction du sel par abatage. En 1897, on a extrait 2,000 tonnes de sel en roche et produit 2,630 tonnes, retirées des eaux de dissolution.

Ministère impérial et royal de l'agriculture à Vienne. — Ce Ministère avait exposé une série d'échantillons de minerais et de cartes relatives aux mines exploitées par lui. Les mines sur lesquelles il a envoyé des documents sont celles de Saint-Joachimsthal, de Brüx, d'Idria et de Pzibram.

Nous reproduisons ci-dessous des renseignements sur ces mines fournis par le Ministère dans une brochure rédigée par M. Ch. von Ernst, conseiller supérieur des mines.

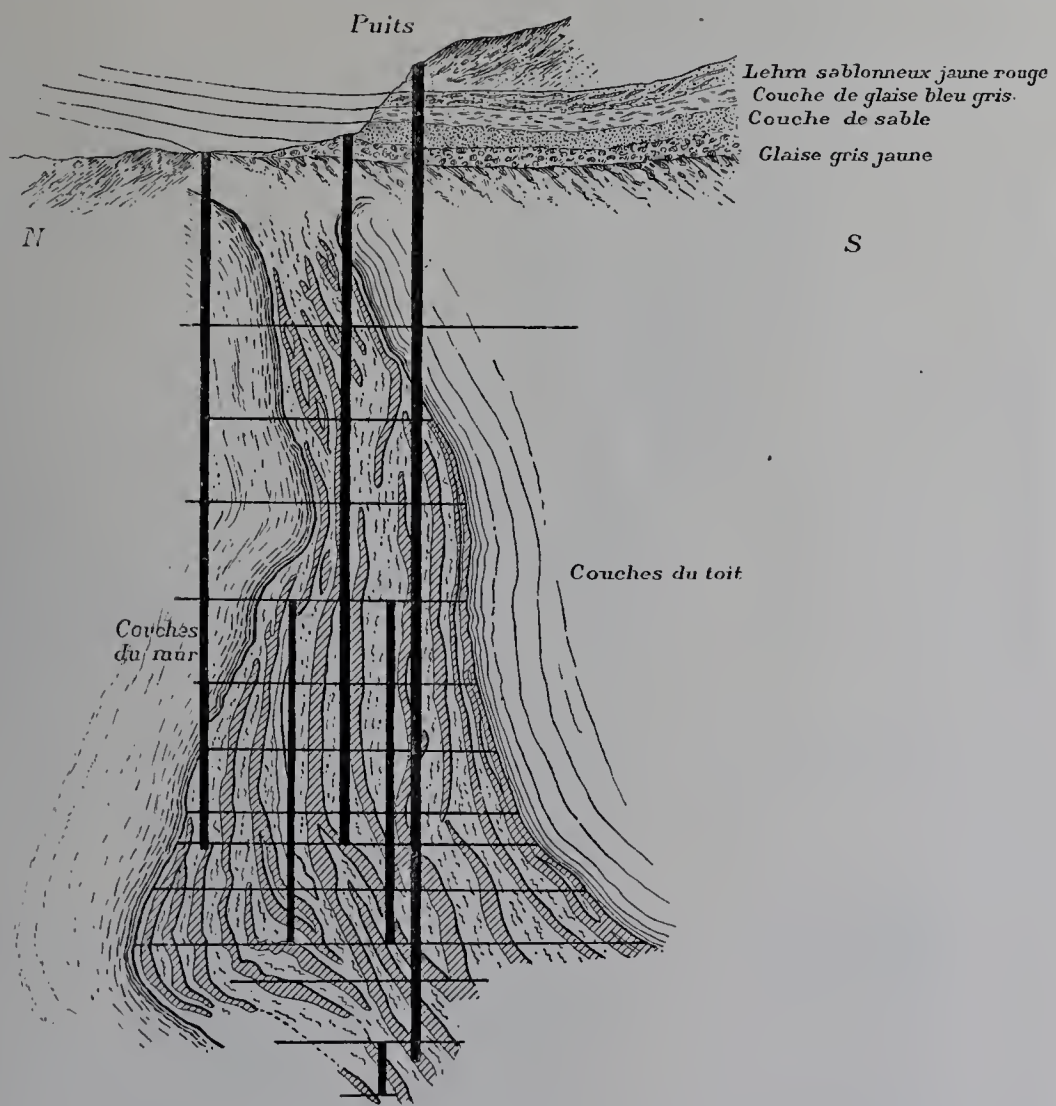


Fig. 27. — Saline de Bochnia, coupe.

1. *Mine d'uranium de Saint-Joachimsthal* (Bohême). — Cette mine exposait :

a. Un tableau représentant la constitution des filons;

b. Des échantillons de minerais d'urane (Pech-Urane) de différentes sortes;

c. Des spécimens de sels d'urane provenant de l'usine qui traite les minérais extraits de la mine.

La mine de Saint-Joachimsthal est située sur le versant méridional de l'Erzgebirge de Bohême dans un ravin allant du nord au sud.

L'exploitation des gisements de Saint-Joachimsthal, qui jusqu'à la moitié du dernier

IMPRIMERIE NATIONALE.

siècle se rapportait seulement à l'argent, au bismuth et au cobalt, remonte aux premières années du XVIe siècle. La production, très belle au début, déclina rapidement, aidée en cela par des circonstances politiques funestes et s'abaissa à 22,000 marcs d'argent. Ceci dura jusqu'au milieu du XIXe siècle. A cette époque on découvrit dans les filons argentifères le minerai d'urane, dont on reconnut, en 1853, l'importance pour la fabrication des matières colorantes; dès lors la production d'argent s'amoindrit, de manière que de nos jours l'exploitation de Joachimsthal n'a pour objet que les minerais d'urane.

Le sol du district de Saint-Joachimsthal est composé d'une masse de micaschiste, limitée au sud-ouest par le granit, sur lequel, d'ailleurs, elle repose. Les assises du micaschiste s'inclinent vers le nord et ont, en général, une direction de 5 à 7 heures; cependant on rencontre souvent des déviations dans leur direction et dans leur plongement. La composition du schiste présente de grandes différences de structure et de couleur, et passe, par de nombreuses nuances, du grain très fin à la forme plus grossière et lamelleuse. Les différentes variétés du micaschiste ont une grande influence sur le remplissage et la venue métallifère des filons. On a reconnu que les micaschistes à grains fins, de moyenne consistance, sont généralement un indice plus probable de la présence du minerai, sans égard à la quantité prédominante de quartz et de mica; tandis que les schistes à gros feuillets, les schistes contenant des lamelles bien distinctes de quartz et de mica, et les schistes très tenaces avec beaucoup de quartz, sont au contraire très défavorables à la minéralisation. De plus il est à noter que les masses étrangères de calcaire, contenues dans les schistes de la partie orientale, et celles de porphyre, contenues dans les schistes de la partie occidentale de la mine, n'ont pas moins une influence importante sur la composition métallifère des filons. Le calcaire est uniformément intercalé dans les micaschistes et s'incline de 50 à 60 degrés vers le nord, avec une puissance de 80 à 90 mètres et une étendue d'environ 1,000 mètres de l'est à l'ouest.

Les porphyres qui traversent principalement la partie occidentale de la mine en plusieurs colonnes de 1 à 100 mètres de puissance, ayant une direction de 21 à 23 ou de 7 à 9 heures et une pente vers l'est ou le nord de 30 à 80 degrés, accompagnent ou traversent les filons et ont une grande influence sur leur teneur en métal. Tandis que les porphyres, tout en traversant les filons, les amincissent ou les rendent stériles, ces filons présentent quelquefois au contraire des enrichissements considérables en urane dans le voisinage ou au contact avec les schistes. Une déformation ou une destruction des filons a eu lieu même là où ils passent à travers du calcaire; en compensation on rencontre ordinairement de beaux minerais au toit du calcaire.

Outre ces encaissements importants pour la richesse des filons, il faut mentionner des wackes de basalte d'une puissance allant jusqu'à 1 m. 50, qui traversent le terrain de l'est à l'ouest, en accompagnant quelquefois les filons de l'est. De plus il faut noter un produit de décomposition du basalte, contenant de gros fragments (Putzen) de granit, de schiste, de porphyre et d'autres roches encaissantes

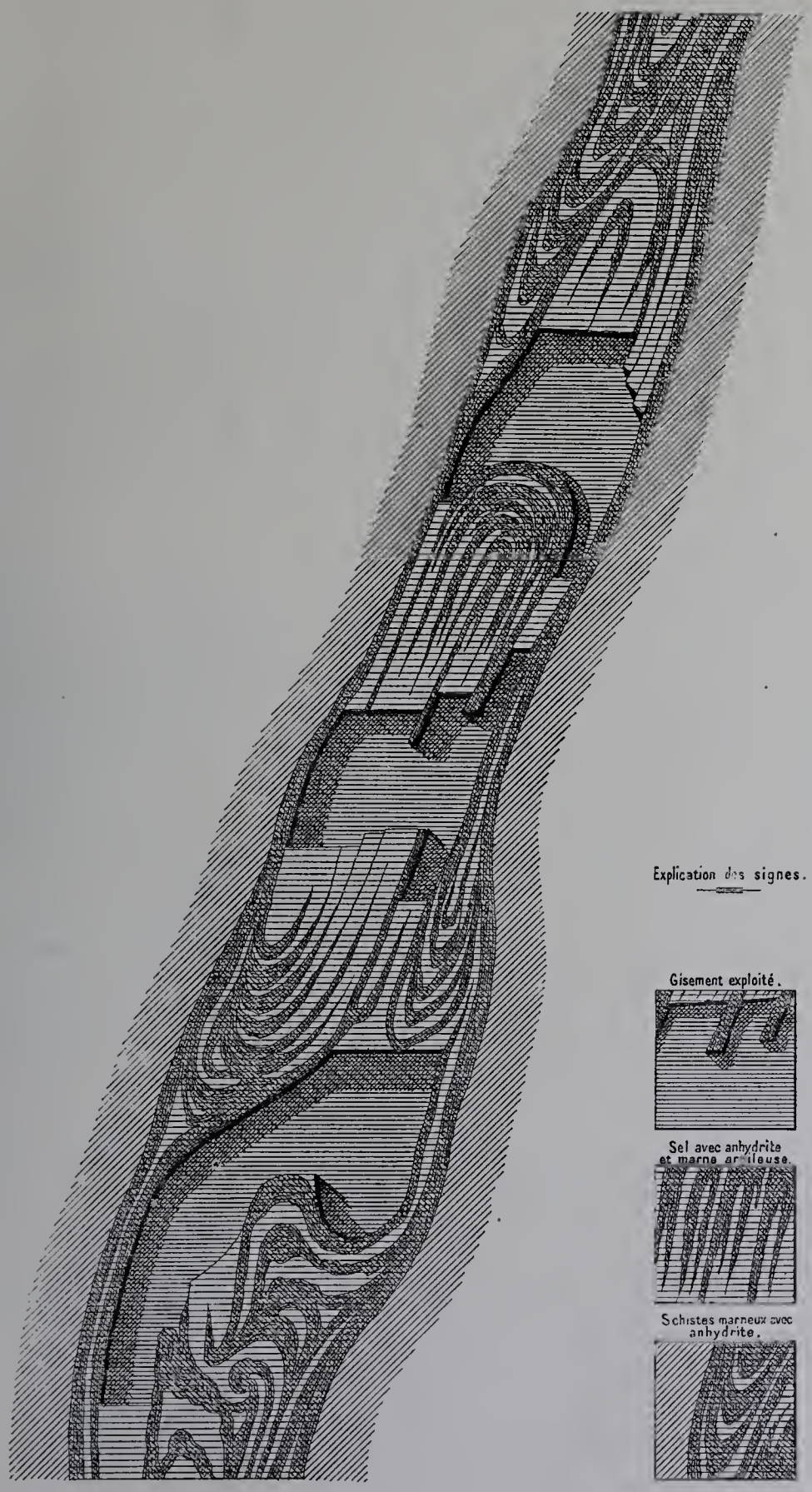


Fig. 28. — Mine de sel de Bochnia, coupe en détail dans le nord du gisement.

(et pour cela nommé *Putzenwake* [wacke à fragments]), d'une puissance allant jusqu'à 60 mètres et qui, parallèle aux wackes de basalte, traverse les filons du nord et les colonnes de porphyre, en penchant vers le nord.

Toutes ces roches composant le district minier de Saint-Joachimsthal sont traversées par les filons métallifères proprement dits, portant les noms : filons du Nord et filons du matin, selon leur direction du sud au nord ou de l'ouest à l'est.

Les véritables filons métallifères sont actuellement ceux du nord qui se dirigent de 23 à 3 heures et penchent de 60 à 90 degrés vers l'ouest, et qui présentent un remplissage calcaire-dolomitique ou glaiseux. Les filons du matin, pour la plupart à remplissage glaiseux, ayant un plongement de 60° vers le Nord et une direction de 6 heures, ne sont riches en minerai que dans les niveaux supérieurs. On a reconnu dans les deux parties de la mine 17 filons se dirigeant vers le nord, et 16 se dirigeant vers l'est. Les premiers ont été exploités à 520 mètres de profondeur et sur une longueur de 1,500 mètres, les seconds sur une distance de 4,000 mètres. Leur puissance varie de 2 mètres à quelques centimètres.

Actuellement l'exploitation des filons mentionnés a surtout pour objet les minerais d'urane et occupe 180 mineurs. Les minerais d'argent, de nickel, de cobalt, de bismuth et d'arsenic ne se présentent plus que rarement.

Pour l'extraction du minerai et pour la descente et la sortie des mineurs on utilise deux puits principaux de 415 et 533 mètres de profondeur. En outre il y a un puits d'aérage de 322 mètres. Deux galeries d'écoulement, d'une longueur totale de 40,000 mètres, servent à l'épuisement de la mine.

Dans la partie orientale de la mine les eaux sont élevées par deux machines à colonne d'eau de la force de 60 et de 40 chevaux, placées à 18 mètres sous la galerie inférieure d'écoulement; dans la partie occidentale fonctionne une machine à colonne d'eau de 25 chevaux, système Philippe Mayer, placée au niveau même de ladite galerie. Une machine horizontale à vapeur, à un cylindre, de 40 chevaux, sert à l'extraction des minerais de la mine orientale. Dans la partie occidentale il y a pour ce but une machine à colonne d'eau, à deux cylindres, système Ph. Mayer, de la force de 25 chevaux, placée à 120 mètres de la surface.

On compte, dans les deux parties de la mine, 1,540 mètres de voies ferrées souterraines et 1,300 mètres à la surface.

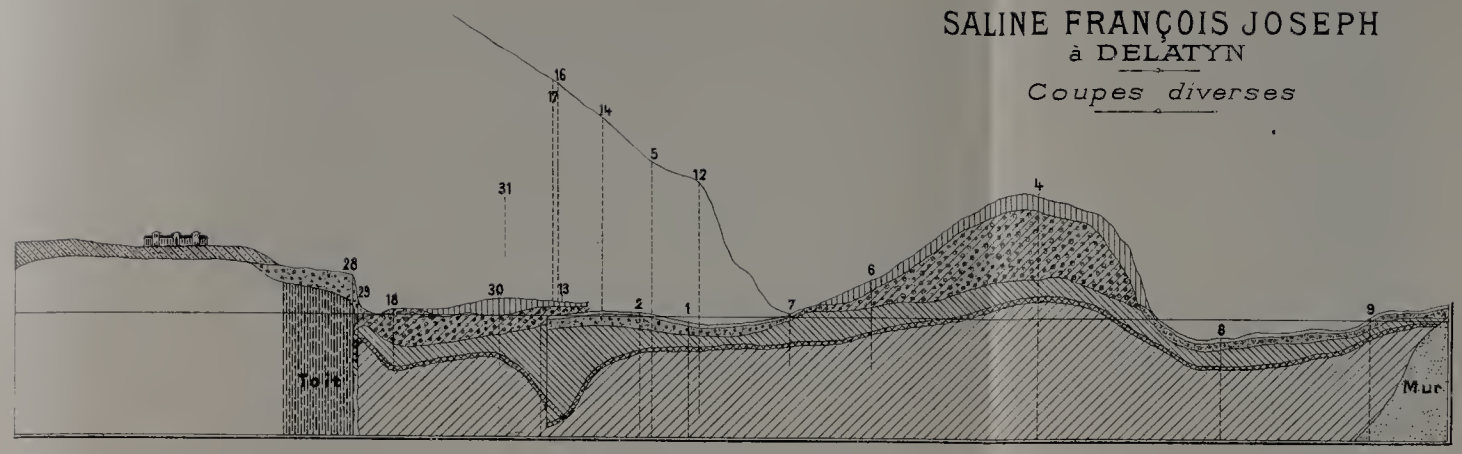
La production annuelle atteignit pendant les dernières années 45,000 kilogrammes, en moyenne.

Les minerais abattus sont tout de suite soigneusement triés par les mineurs, puis extraits en récipients clos.

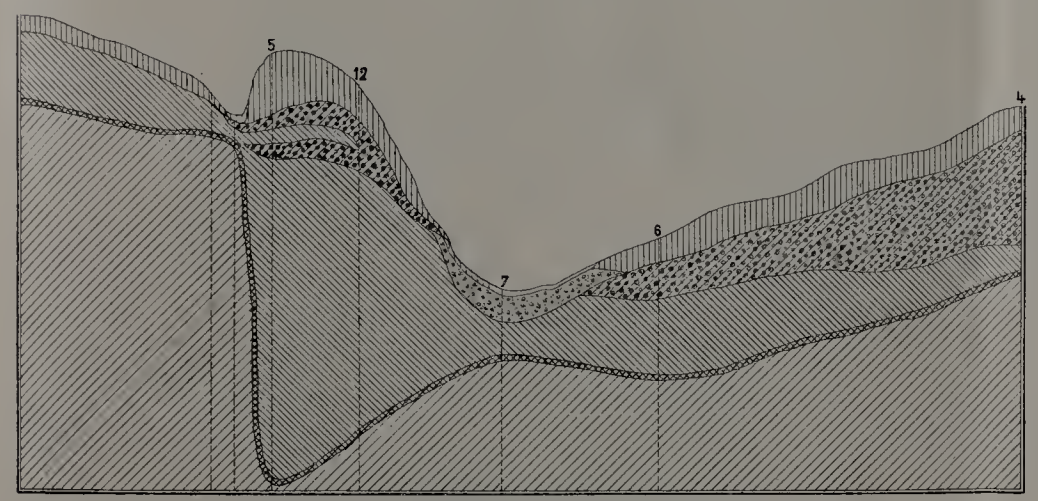
D'abord les minerais sont soumis à un triage au marteau, à l'aide duquel on obtient des minerais riches (ou de triage) contenant, en moyenne, 55 p. 100 d'urane oxydulé (U_3O_8), des minerais pauvres ou en grains de la teneur d'environ 7 p. 100 de U_3O_8, et des résidus.

Les minerais de triage n'ont besoin que d'être réduits en poudre par le bocard ou

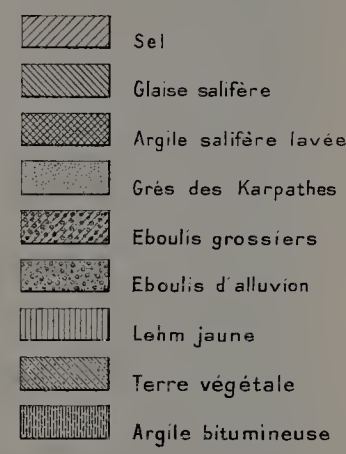
SALINE FRANÇOIS JOSEPH
à DELATYN
Coupes diverses

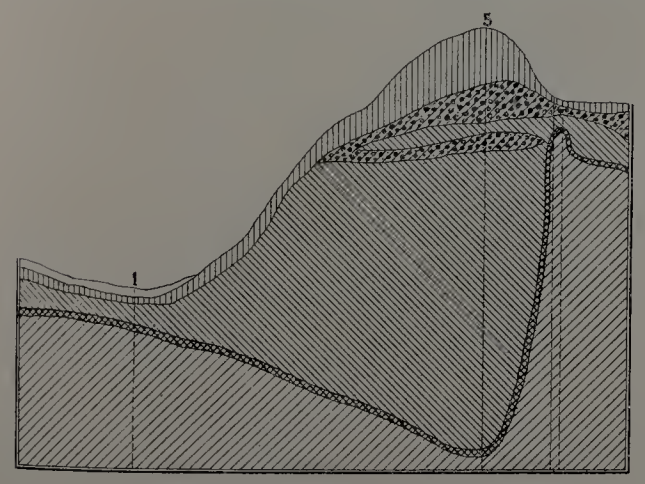


Coupe longitudinale. — Fig. 29.

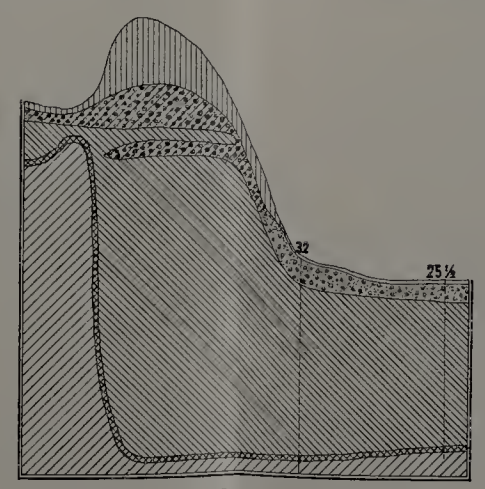


Coupe par les sondages 5-12-7-6-4. — Fig. 30.

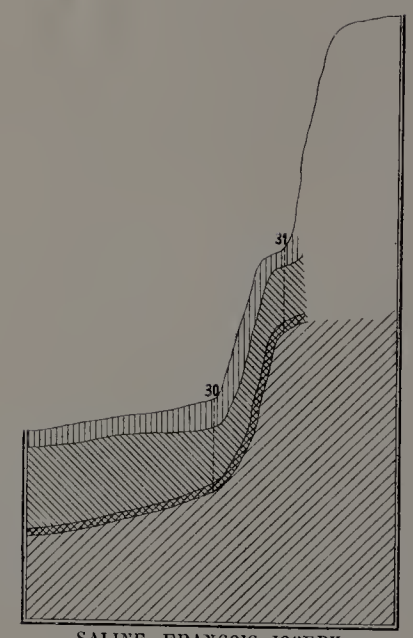




Coupe par les sondages 1-5. — Fig. 31.



Coupe par les sondages 25½-32. — Fig. 32.



SALINE FRANÇOIS-JOSEPH
Coupe 30-31. — Fig. 33.

C. F. E

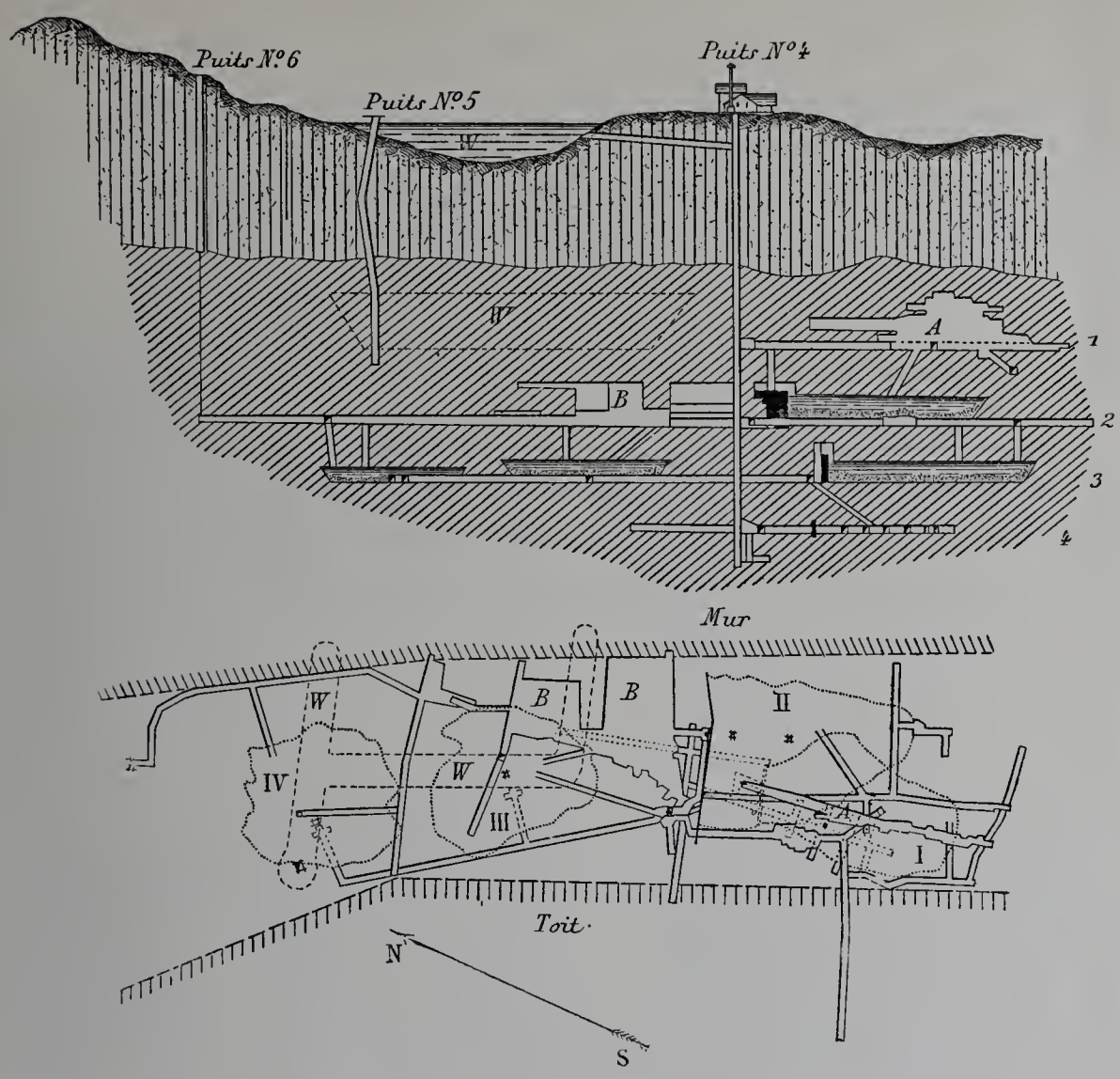


Fig. 34. — Plan et coupe en long de la mine de Kossow.

Chambres d'extractions : A « Drak » ; B « Eminger ». — Chambres de dissolution : I « Plener » ; II « Jorkasch » ; III « Wallach » ; IV « Ott ». — W Étendue présumée de l'ancienne chambre d'exploitation par dissolution.

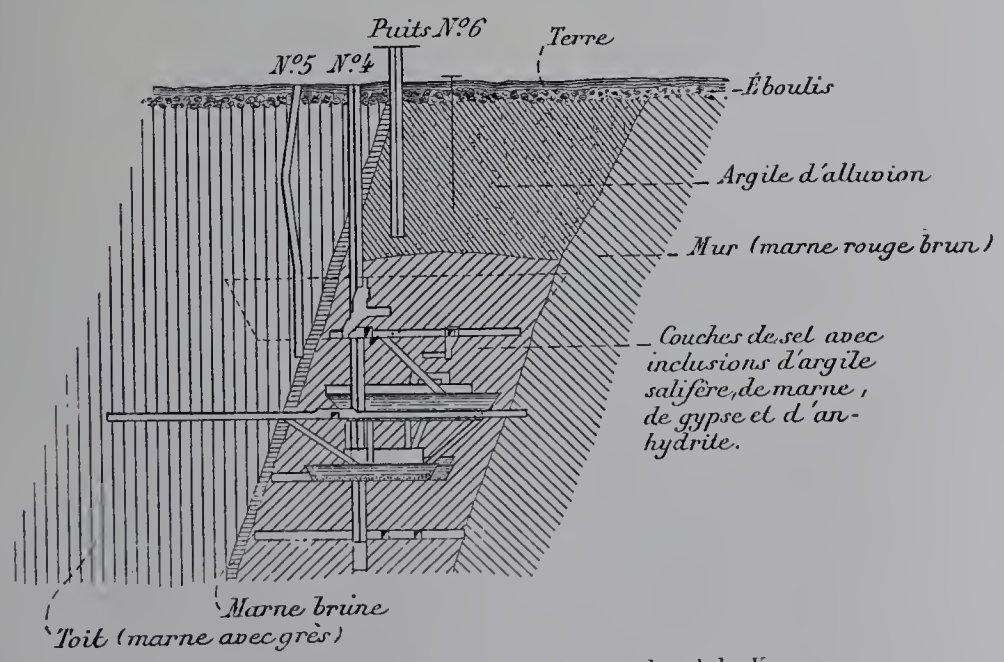


Fig. 35. — Coupe en travers de la mine de sel de Kossow.

par le broyeur, pour être travaillés. Les grains de minerais pauvres, cependant, doivent être d'abord enrichis par la préparation humide. Cette préparation est exécutée à l'aide d'un bocard à 9 pilons mus par une turbine de la force de 10 chevaux, système Schwamkrug. Les sables obtenus sont transformés en schlich sur une table à secousses, système Rittinger, mise en mouvement par une roue hydraulique de la force de 4 chevaux. On traite de cette manière 20,000 à 30,000 kilogrammes de grains de minerais, donnant 3,000 à 4,000 kilogrammes de schlichs, de la teneur de 20 à 60 p. 100 de U_3O_8.

Tous les minerais d'urane passent à la fabrique pour être réduits en couleurs d'urane. La production de ces couleurs s'élève actuellement à 4,000 kilogrammes par an. Ces couleurs sont très employées dans la fabrication de verres et de porcelaines en Autriche et dans toutes les parties du monde, le sesquioxyde d'urane donnant au verre une nuance d'or et des teintes verdâtres très fines, et le protoxyde servant à colorer en noir les porcelaines de grand prix. En outre les sels d'urane sont appliqués en photographie.

II. *Mine de lignite de Brüx* (Bohême). — Cette mine exposait :

1° Modèle de traction par câble dans la mine Jules III;

2° Modèle de l'installation d'extraction, de classement et de chargement au puits Jules III.

3° Modèle de la plate-forme glissante pour ranger les wagons et de la bascule intercalée dans la voie.

Dans le grand bassin de lignite du nord-ouest de la Bohême et précisément vers la partie méridionale de cette formation tertiaire (néogène), l'État autrichien possède, dans les territoires des villes de Dux, Brüx et Komotau, des couches de lignite dans une étendue de 43,753,000 mètres carrés, dont, jusqu'à la fin de 1898, on n'a exploité que 2,473,000 mètres carrés.

Actuellement on exploite seulement la partie située au nord de la ville de Brüx; elle se fait à l'aide de trois puits, nommés Jules II, Jules III et Jules IV, de 143 à 186 mètres de profondeur.

Après la terre labourable et les graviers aquifères, ces puits ne traversent, en général, que des terrains tertiaires, dont la partie supérieure, — argiles stratifiées et de coloration claire, dépourvues de couches de lignite et d'eau, — atteint une puissance considérable (de 110 à 150 mètres) et une grande profondeur. La partie inférieure de la formation dans laquelle pénètrent ces puits est composée de schistes argileux aquifères alternant avec des couches de lignite.

Les couches de lignite augmentent de puissance et de pureté à mesure qu'on descend dans cette partie de la formation. La couche la plus profonde, dite couche principale, a une puissance exploitable de 10 mètres, et contient, y compris la couche au toit de 4 m.5, un amas de lignite d'excellente qualité et, par conséquent, d'une grande importance industrielle.

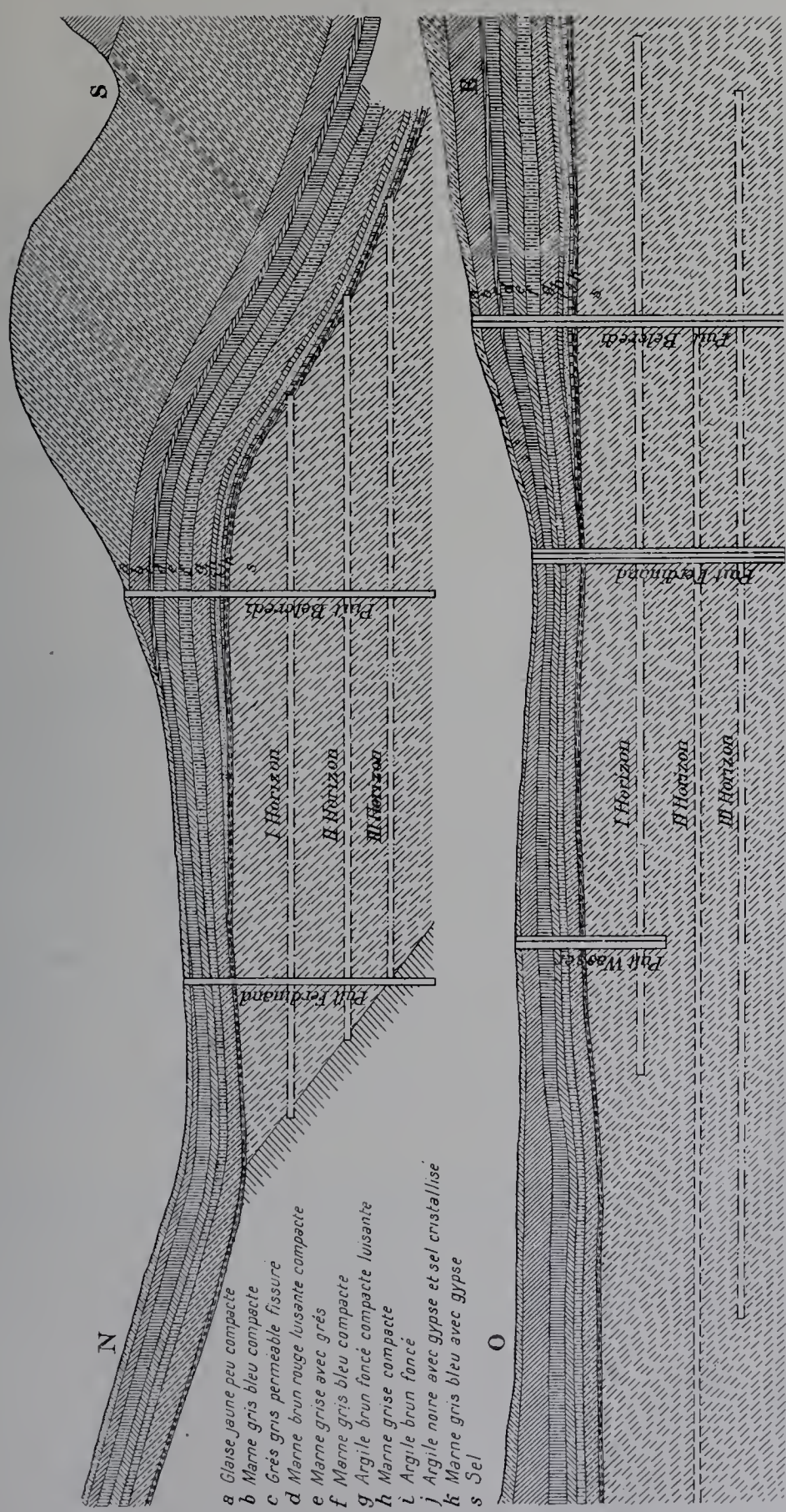


Fig. 36. — Coupe longitudinale et transversale de la mine de sel de Karzyka-Bukovina.

C'est cette couche qui forme la véritable exploitation. Elle se fait de la manière suivante :

On creuse au mur de la couche des galeries d'allongement, par lesquelles la taille est divisée en piliers de 80 mètres de longueur et de largeur, ayant soin d'établir les communications nécessaires avec les puits pour le roulage, l'aérage et l'épuisement. L'exploitation proprement dite s'exécute par éboulement, système adopté dans toutes les mines du district. Dans ce but les piliers sont divisés en piliers carrés de 170 mètres carrés, lesquels, pour établir les chantiers d'exploitation, sont attaqués, sur toute leur étendue, à une hauteur égale à celle de la galerie, en soutenant la masse par des boisages.

On entaille ensuite les piliers tout autour, jusqu'à ce qu'on arrive aux premières assises de la glaise, puis on enlève les étais, on laisse ébouler le toit derrière soi et on passe au roulage des matériaux abattus. La pression du terrain, qui a libre jeu, amène l'éboulement complet du toit et des parois, qui sont enlevés à mesure qu'ils s'écroulent.

L'évacuation d'une telle chambre d'abatage dure de trois à quatre mois. Dès qu'elle est finie, on isole la chambre vide, en remblayant hermétiquement les galeries supplémentaires, pour éviter l'incendie de la mine.

La force motrice est produite par la vapeur pour les travaux rapprochés, et par l'électricité pour les travaux à distance. Cette dernière sert à actionner les ventilateurs au jour, le roulage dans les galeries et les pompes dans la mine.

Le transport mécanique dans les galeries du puits Jules II est représenté à l'Exposition par un modèle exécuté à l'échelle de 1/20. Il se compose d'une station d'impulsion et de deux stations de tête, avec une chaîne de sûreté intermédiaire pour les parties de la voie, sur lesquelles il y a un roulage automatique. Les puits Jules III et Jules IV disposent d'installations de roulages combinés par câbles et par chaînes. Les trois puits ont des wagons de même type (de 1 mètre cube ou de 650 kilogrammes de capacité), pourvus de fourches à quatre têtes, pouvant être placés tantôt sous le câble, tantôt sous la chaîne.

Le roulage mécanique dans la mine est très développé tandis que celui à bras est réduit au strict nécessaire.

Normalement chaque voie à câble ou à chaîne amène l'arrivée de deux wagons au puits d'extraction par minute. La vitesse du mouvement est de 0 m. 5 par seconde.

La disposition usuelle du bâtiment d'un puits d'extraction et les arrangements pour le délissage et pour le chargement sont représentés à l'Exposition par un modèle à l'échelle de 1/20 de l'installation au puits Jules III.

Les wagons arrivant à la chambre d'accrochage du puits à l'aide du roulage mécanique des galeries sont placés, deux à deux, dans les cages d'extraction et extraits au jour, pour y être élevés sur l'horizon supérieur du bâtiment, roulés sur la bascule et versés dans la grille, système Briart. Le contenu des wagons, consistant en lignite tout-venant, est divisé en plusieurs grosseurs en passant par la grille et par le

classeur à mouvement sphéroconique (Pendel-Rätter). Les morceaux classés tombent sur une courroie de transport, par laquelle le gros est transporté directement dans les wagons du chemin de fer, le menu dans des magasins.

Pour mener les wagons du chemin de fer dans les stations de chargement on se sert d'une plate-forme glissante; la manœuvre et le pesage des wagons se font par des appareils qui permettent d'exécuter ces opérations sur les rails mêmes. Toutes les deux installations sont représentées par des modèles exposés. Quant au double modèle de l'appareil pour le classement et le chargement, il est à remarquer que la moitié de l'installation est destinée à l'opération, tandis que l'autre est en réserve, pour assurer une marche continuelle du travail. Comme pour le fonctionnement des voies de roulage à câble ou à chaîne, les appareils de classement et de chargement traitent deux wagons par minute.

L'épuisement des trois puits est effectué par un appareil central au puits Jules III.

Actuellement les eaux sont élevées par deux pompes triplex, placées au niveau supérieur de la chambre d'accrochage et mises en mouvement par l'électricité. Une de ces pompes est en réserve.

L'aérage des parties de la mine dépendantes des puits Jules III et Jules IV est effectué par un appareil commun de ventilation.

Dans l'installation au jour se trouvent deux ventilateurs (systèmes Capell et Schiele), actionnés par l'électricité, dont l'un sert de réserve. Chaque ventilateur donne 4,000 mètres cubes d'air, dont 2,000 servent pour la mine Jules III et 2,000 pour celle de Jules IV.

La partie de la mine dépendante du puits Jules II possède un appareil d'aérage séparé.

Ces mines ont produit, en 1898, 826,550 tonnes de lignite.

Le personnel se compose de 1,085 ouvriers, dont 72 p. 100 mineurs et 28 p. 100 ouvriers au jour.

Parmi les 73 bâtiments appartenant à la mine, il y a 32 maisons avec 193 habitations, dont 9 servent de logement aux employés, 11 aux surveillants et 193 aux ouvriers.

Les chiffres statistiques se rapportant au développement et à l'importance actuelle de l'exploitation de la mine de lignite de Brüx sont représentés dans les tableaux suivants :

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES DONNÉES STATISTIQUES DES DERNIÈRES DIX ANNÉES.

DÉSIGNATION.	ANNÉES									
	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898.
Production annuelle en 1,000 tonnes..	462,9	443,0	472,6	632,8	756,6	741,7	827,3	821,7	840,7	826,5
Nombre annuel des ouvriers.....	671	678	749	1005	1114	1138	1083	1082	1085	1085
Somme annuelle des salaires des ouvriers en 1,000 francs..	677,4	748,4	743,8	1012,4	1154,4	1190,0	1201,8	1246,0	1290,6	1300,3

DÉSIGNATION.	ANNÉES									
	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898.
Salaire moyen d'un ouvrier mineur en francs par journée de 10 heures....	4,51	4,60	4,54	4,41	4,64	4,70	4,81	4,93	5,10	5,14
Salaire moyen des ouvriers de toute catégorie en francs par journée de 10 h.	3,34	3,42	3,48	3,44	3,59	3,61	3,76	3,84	3,90	3,95
Effet moyen du travail d'un ouvrier mineur en tonnes par journée de 10 h.	5,60	5,80	5,06	4,62	5,02	4,90	5,42	5,48	5,82	5,62
Effet moyen du travail des ouvriers de toute catégorie en tonnes par journée de 10 heures....	2,28	2,15	2,22	2,15	2,36	2,25	2,59	2,53	2,54	2,51

III. *Mine de mercure d'Idria* (Carniole). — Cette mine exposait :

1° Tableau statistique indiquant le cubage de l'exploitation minière, les quantités des minerais traités à l'usine, les productions de mercure et la teneur des minerais depuis 1799 jusqu'en 1898;

2° Modèles des trois systèmes de fourneaux en usage (à l'échelle de 1/20) :

a. Four à manche;

b. Fourneau de grillage à chicanes (avec descente automatique);

c. Réverbère pour grillage méthodique (avec avancement successif des matériaux à griller).

La ville d'Idria se trouve à 34 kilomètres nord-ouest de la station Loitsch du Chemin de fer méridional, à 332 m. 3 au-dessus du niveau de la mer Adriatique.

Le gisement de mercure d'Idria a été découvert en 1490 et l'exploitation a été effectuée tout d'abord par des particuliers; en 1850, la mine devint la propriété de l'État. Les droits de propriété de la mine s'étendent actuellement à 22 mesures minières d'une extension de 992,552 mètres carrés, de plus au droit exclusif de recherche dans la région de l'ancien domaine d'Idria, et enfin au droit exclusif d'utiliser tout le mercure qui se trouve dans et sous les vieilles décharges de l'usine.

Le gîte est lié à une évidente faille de dislocation; les roches qui le renferment appartiennent à la formation triasique inférieure et supérieure. La mine se compose de deux parties : la partie nord-ouest et la partie sud-est. Les minerais de la première partie diffèrent beaucoup de ceux de l'autre. Tandis que dans la partie nord-ouest le gîte, compris dans des schistes bitumineux dépourvus de mica et appartenant aux assises triasiques supérieures de *Wengen* [localement nommés «schistes de couche» (*Lagerschiefer*], affecte le caractère d'une couche, et dans les conglomérats et les brèches

dolomitiques, le caractère d'un amas, les minerais de la partie sud-est sont contenus, pour la plupart, dans des filons riches, qui traversent les assises calcaires de *Guttenstein*.

La masse principale du gisement forme le cinabre qu'on rencontre sous les noms de *Stahlerz* (minerai aciéreux), *Lebererz* (minerai hépatique), *Ziegelerz* (minerai-brique) et *Korallenerz* (minerai-corail), et parfois, comme efflorescence ou imprégnation dans les schistes, les dolomies, les conglomérats et les brèches. Le mercure natif se trouve, bien entendu, en petite quantité, principalement au contact des schistes de couche (Lagerschiefer) et des schistes de *Gailthal*.

Parmi les minéraux de la mine, on trouve des cristaux rares de cinabrite, de métacinabrite et d'idrialite.

La mine, dont les accès principaux se trouvent au nord-ouest, dans la ville même d'Idria, a une extension d'environ 1,500 mètres vers le sud-est, et dispose de six puits (le plus profond de 287 mètres) et de cinq galeries.

L'exploitation se fait par ouvrage en travers avec remblai.

Les minerais abattus sont divisés dans la mine en minerais de scheidage et en minerais proprement dits, et ensuite extraits et préparés séparément.

En 1898, la mine occupait 802 ouvriers, dont 355 mineurs ont abattu 45,263 mètres cubes de roche solide. L'effet utile d'un mineur était de 0 m. c. 48 par poste de huit heures, et le prix de revient 2,745 florins (5 fr. 77) par mètre cube.

Les minerais de scheidage sont séparés, d'après l'ouvrage de classification et de triage, en grenailles pauvres de 90 à 40 millimètres; en sables pauvres n° 2, de 40 à 20 millimètres, et en sables pauvres n° 1, au-dessous de 20 millimètres. Par les mêmes opérations, les minerais en morceaux et les minerais triés sont réduits en grenailles riches au-dessous de 8 millimètres.

En 1898, dans les ateliers de préparation, 69 ouvriers produisirent 82,315 tonnes de matériaux d'usine, à un prix de 0,3272 florin (0 fr. 688) par tonne.

La teneur des minerais a subi avec le temps une très sensible diminution: de 12 p. 100 de mercure en moyenne, elle s'est abaissée, en 1880, au-dessous de 1 p. 100 et n'a atteint, en 1898, que 0,625 p. 100 seulement.

IV. *Mine de plomb et d'argent de Pzibram* (Bohême). — Cette mine exposait :

1° Tableau statistique contenant les dates les plus importantes des travaux des mines, de la préparation mécanique et de l'usine pendant les années 1869 à 1898;

2° Profil des filons;

3° Plan de l'exploitation du filon principal Adalbert;

4° Plan des profondeurs des puits comparées à la tour Eiffel:

5° Modèle d'un haut fourneau;

6° Modèle d'un appareil Pattinson;

7° Modèle d'un fourneau à coupellation.

La mine de Pzibram, située presque au centre de la Bohême, conserve toujours

le premier rang parmi les mines métallifères de l'Autriche par ses dispositions techniques, par son étendue et par sa production, quoique la baisse soudaine de l'argent ne soit pas restée sans influence sur son développement et sur son rendement. L'exploitation la plus importante et la plus productive se trouve dans le territoire de la ville minière de Birkenberg, située dans le voisinage, sur un plateau de 537 mètres de hauteur moyenne au-dessus de la mer Adriatique.

Le terrain de Pzibram est situé, au point de vue géologique, sur le bord sud-ouest de la formation silurienne de la Bohême centrale et dans les étages cambriens inférieurs nommés A et B par M. de Barande. Ces étages, limités à l'est par du granit, se divisent vers l'ouest en quatre zones dirigées du nord-est au sud-ouest, appelées : première zone de schistes, première zone de grès, seconde zone de schistes et seconde zone de grès.

La première zone de schistes, d'une largeur de 800 à 900 mètres, contenant des assises à grains fins et de faible schistosité, a une inclinaison de 40 à 45 degrés vers l'ouest, et consiste en un mélange brun, gris ou gris sombre d'argile et de quartz.

La première zone de grès, déposée en forme de bassin, a une largeur de 2 à 3 kilomètres et se compose de quartz de différents grains à ciment quartzo-argileux. On distingue dans cette zone de grès de la grauwacke passant des grains gros aux grains fins, et du clair au gris sombre, d'autre part au jaune clair, dans laquelle sont intercalées souvent des assises minces de schistes compacts et doux.

La seconde zone de schistes est d'une largeur de 1,200 mètres; elle consiste en schistes, à nombreux plissements, qui sont soulevés en forme d'éventail et ont une évidente stratification et de fréquents écrasements. Cette zone, formée d'un mélange à grains fins d'argile et de quartz, va de la couleur jaune sale ou grise jusqu'au noir et montre souvent les traces d'une forte pression.

Entre la première zone de grès et la seconde zone de schistes se présente, comme intercalation marquante, une faille, dite *Lettenkluft*, remplie, jusqu'à une épaisseur de 5 mètres, par des fragments de roches encaissantes et de glaise et en stratification discordante avec les grès et les schistes. Par place, cette faille de glaise disparaît totalement, de manière que les schistes et les grès se touchent directement.

La seconde zone de grès penche de 17 à 50 degrés vers le nord-ouest et se compose de quartz à grains fins ou à grains gros, cimenté par une pâte quartzeuse qui contient parfois de l'argile et du mica.

Les quatre zones mentionnées sont traversées par de nombreux dykes ou filons de diabase d'une épaisseur de 3 à 30 mètres, qui sont souvent unis entre eux par des rameaux qui partent d'un dyke à l'autre. Les dykes de minette dioritique, de diorite micacée et de diabase calcaire ont peu d'importance. Les diabases sont des roches de plagioclase augitique; les diorites (plagioclases amphiboliques) ne se trouvent que rarement.

Les filons métallifères sont évidemment en relation avec les filons de la diorite, car ils les accompagnent, à peu d'exception, dans leur direction et dans leur inclinaison et ils se trouvent ou au milieu des diorites, ou au contact des diorites et des schistes, ou des diorites et des grès.

L'exploitation a lieu actuellement dans la première zone des grès et dans la seconde zone des schistes. On distingue les filons en filons principaux et en filons accessoires, dont les premiers, pour la plupart, ont une direction de 24 heures ou de 2 heures et une inclinaison de 70 à 80 degrés vers l'est, tandis que les filons accessoires, étant surtout des filons d'union, affectent une direction nord-ouest. De cette manière, s'est formé un véritable réseau de filons. Ce réseau, qui est développé dans les niveaux supérieurs, près de la faille de glaise (*Lettenkluft*), prend une forme plus simple dans la profondeur, où l'on peut constater un certain parallélisme des filons se dirigeant de 24 heures à 2 heures.

Les filons s'enrichissent successivement dans la partie ouest du bassin de la première zone de grès vers la faille glaiseuse. Dans la seconde zone de schistes, les filons ont une moindre puissance.

Le remplissage des filons, qui parfois atteint une épaisseur de 10 mètres, montre presque toujours, dans la première zone de grès, une évidente structure symétrique, qui ne se trouve que rarement dans la seconde zone de schistes. Il se compose principalement de galène argentifère, de sphalérite, de fer spathique, de quartz, de calcite, de dolomie et de barytine. Comme produits de maturation, on y rencontre la tétraédrite, la proustite, la pyrargirite, la stephanite, l'argentite et l'argent natif.

Dans le plongement, les filons changent de caractère en contenant, au-dessous d'environ 650 mètres, une grande quantité de minerais maigres d'argent (*Dürrerze*). Ceux-ci consistent essentiellement en une matrice quartzeuse, passant de la couleur claire au gris sombre et contenant, en variable proportion, et presque toujours sous une forme microscopique, de la galène, de la sidérose, du calcite, du fahlerz, de la pyrargirite, de l'argentite, de la stephanite, de l'argent natif, de la sphalérite, de la bournonite, de la boulangerite et des combinaisons de l'arsenic.

Vers le sud, et particulièrement à l'extrémité est de la première zone de grès, la venue métallifère des filons diminue sensiblement.

Les filons contenus dans la première zone de schistes et dans la seconde zone de grès sont des filons ferrugineux, accompagnés de différents minerais, et n'ont point d'importance industrielle. Les travaux étendus, exécutés dans la seconde zone de schistes, n'ont pas jusqu'ici, donné l'espoir de pouvoir y développer l'exploitation. En conséquence, ce n'est que le gisement contenu dans la partie ouest de la première zone de grès qui donne sa grande importance économique à la mine de Pzibram.

La mine est divisée en quatre districts, nommés, selon les puits dont ils disposent :

1° Anne-Procope, avec 2 puits;

2° Adalbert-Marie, avec 3 puits;

3° Auguste-Étienne, avec 4 puits;

4° Lill-Ferdinand, avec 3 puits.

Les puits Adalbert et Marie ont une profondeur de 1,117 m. 4 et de 1,126 m. 1.

Les travaux préparatoires sont exécutés à l'aide de ces 12 puits verticaux, d'une section moyenne de 6 × 2 mètres, pourvus d'un compartiment à deux divisions pour

l'extraction, d'un compartiment pour la descente et la remonte des ouvriers et d'un compartiment pour la machine d'épuisement et pour la machine d'échelles mobiles.

Les chambres d'accrochage ont 6 mètres de hauteur et sont divisées en trois étages, dont le premier, au niveau de la galerie de roulage, sert d'emplacement pour trier les produits des tailles qui y arrivent en trois classes, c'est-à-dire en minerais de scheidage, en minerais de lavage et en menus pauvres, et ensuite pour séparer la roche stérile. Les minerais triés sont versés sur une grille à classement et tombent dans les différents compartiments du second étage. De là, on fait glisser les matériaux dans l'étage le plus bas, d'où ils sont extraits au jour par les puits.

Les travers-bancs, partant des puits et allant aux filons, sont actuellement creusés à des distances horizontales de 50 mètres l'une de l'autre, et ont une hauteur de 2 m. 5 et une largeur de 2 mètres.

Pour les travaux de découverte, on trace des galeries horizontales en veines de 2 m. 5 de hauteur et, selon la puissance du filon, de 1 m. 5 à 6 mètres de largeur. Les cheminées, entre ces galeries, sont creusées à des distances moyennes de 100 mètres, préparant de cette façon à l'abatage un amas de roche de 5,000 mètres carrés à la fois.

L'exploitation proprement dite est exécutée de la manière suivante : le plafond de la galerie en veine est haussé en y creusant un gradin de 2 m. 5 de hauteur, et, dans la galerie qui en résulte, on construit, à 3 mètres au-dessus du sol, une voûte en briques, ou, plus rarement, en moellons, sur laquelle ensuite va reposer le remblai. Pour qu'il soit possible de faire glisser dans la galerie les roches abattues dans les chantiers supérieurs, on ménage des passages dans la voûte à des distances de 25 à 30 mètres, en munissant les glissoires d'un revêtement de tôle et d'une bascule, puis on passe à l'exploitation de l'amas préparé par abatage montant, en remblayant les vides tout de suite, au moyen des roches stériles provenant des travaux préparatoires ou de pierres, qu'on fait descendre de la surface.

Le roulage des roches de taille provenant des galeries d'avancement ou de l'abatage est fait à l'aide de wagons sur des voies ferrées de 47 centimètres d'écartement, par homme ou par chevaux, selon la distance. Les wagons ont un poids de 350 kilogrammes et une capacité de 600 à 1,000 kilogrammes.

Dans les sept puits principaux, l'extraction s'opère au moyen de cages à deux étages de 1,000 kilogrammes de poids avec une vitesse de 6 à 10 mètres par seconde. Les câbles d'extraction sont en fils d'acier et à grosseur variable; ils sont capables de supporter six à huit fois la charge normale. Ces cages servent parfois aussi à la remonte des ouvriers mineurs, particulièrement dans les deux districts de la mine Adalbert-Marie et Anne-Procope, où on emploie respectivement 1,300 et 1,000 ouvriers. Il y a cependant aussi, dans ce but, des machines à échelles mobiles. Pour assurer autant que possible l'extraction des hommes, les cages sont pourvues de signaux mécaniques et électriques et de parachutes, et les puits ont des fermetures automatiques.

L'aérage de la mine a lieu, en général, par les puits correspondant entre eux et par conséquent par une ventilation naturelle. Dans les travaux exécutés à grande distance

l'aérage se fait par tuyaux soufflants, ou par ventilateurs mus à bras, ou par l'air expulsé par les machines perforatrices. Cependant il y a aux puits Marie et Procope deux ventilateurs Pelzer, produisant 1,200 mètres cubes chacun.

Les eaux de la mine sont, autant que possible, recueillies dans la grande galerie d'écoulement Joseph II, tracée à 95 m. 3 au-dessous de l'embouchure du puits Procope et sur une longueur de 8,600 mètres, tandis que celles des parties profondes sont conduites dans les puisards des puits, pour être extraites par des machines d'épuisement à vapeur ou à colonne d'eau.

Des trois classes de minerais obtenues par le triage préalable dans les chambres d'accrochage, les minerais de lavage passent directement à la préparation mécanique, tandis que les minerais de scheidage et les minerais pauvres sont d'abord soumis au triage à la main, d'où résultent :

1° Galène en morceaux (à l'usine) ;
2° Minerais maigres d'argent (*Dürrerze*) en morceaux (à l'usine) ;
3° Menus des deux qualités précédentes (à l'usine) ;
4° Débris pauvres ou minerais moyens (à la préparation) ;
5° Minerais à gangues (à la préparation) ;
6° Blende en morceaux (à vendre) ;
7° Antimonite (à vendre).

La préparation mécanique a lieu dans quatre grands ateliers, répartis suivant les quatre districts de la mine. Selon leur qualité, les minerais sont soumis à quatre traitements différents, désignés par les noms : lavage, broyage, bocardage et mouture, dont chacun se compose d'une série d'opérations dans des tambours classeurs, des bocards, des concasseurs, des débourbeurs, des broyeurs, des moulins à trainard, des tables tournantes de klaubage, des cribles, des tables dormantes, des tables à secousses, des canaux de dépôt, des caisses pointues, des élévateurs et des outils de toutes sortes, inventés de nos jours pour le traitement et la séparation des minerais.

Les ateliers de prépation ont une force totale de 1,108 HP.

A la fin de l'année 1898, la mine de Pzibram possédait 141 établissements affectés aux mines, à l'administration et aux services humanitaires. Pour les travaux de la mine et des différents ateliers on disposait de 99 machines à vapeur de la force totale de 4,519 chevaux et de 10 moteurs hydrauliques de 150 chevaux. Pour la production de la vapeur il y avait 66 chaudières de 4,721 mètres carrés de surface.

Afin qu'on puisse juger de la force de production de l'établissement métallurgique de Pzibram, voici, en détail, les résultats de la gestion de l'année 1898 :

On a extrait 263,969 tonnes de minerais dont le triage dans la mine même a produit :

Minerais	de plomb d'usine	3,283t 4
	argentifères	7.871 3
	d'antimoine et de zinc	42 3
	Total de minerais à fondre	11.197 0

Les minerais de plomb et d'argent contenaient : 23,147 kilogr. 5 d'argent et 2,776 t. 83 de plomb.

Outre ces 11,197 tonnes de minerais d'usine, la production de la mine comprenait des minerais de lavage et des minerais à préparer, dont les quantités traitées dans les ateliers de préparation mécanique ont été :

Minerais	de lavage	227,016 tonnes
	de moyenne qualité	15,565
	pauvres	4,303
	TOTAL	246,884

d'où résultèrent :

3,297 t. 1 de matériaux plombifères contenant 7,889 kilogr. 4 d'argent et 1,370 t. 78 de plomb ;

6,430 t. 3 de schlichs argentifères contenant 7,562 kilogr. 7 d'argent et 718 t. 5 de plomb ;

Au total, 9,727 t. 4, contenant 15,452 kilogr. 1 d'argent et 2,089 t. 28 de plomb.

Par conséquent la mine a livré à l'usine :

Matériaux	plombifères	6,580t 5
	argentifères	14,301 6
	TOTAL	20,882 1

Contenant : 38,599 kilogr. 6 d'argent et 4,826 t. 1 de plomb, représentant une valeur de 3,665,327 francs (1,750,193.70 florins).

On a traité à l'usine en 1898 21,435 tonnes de minerais de plomb et d'argent, de la teneur moyenne de 0.187 p. 100 d'argent et de 24 p. 100 de plomb.

Voici la production de l'usine :

		PRODUCTION.	VALEUR.
		kilogr. gr.	fr. c.
Or		1 745	5,994 30
Argent		39,513 606	3,972,060 90
		tonnes.	
Plomb	doux	1,896 853	675,319 90
	antimonieux	447 328	187,362 70
Litharge	verte	452 800	156,464 90
	rouge	1,067 650	380,105 75
Matte de cuivre		215 556 (1)	37,752 65
Speiss de nickel		24 77 (2)	5,091 30
		VALEUR TOTALE	5,420,152 40

(1) Contenant 147 kilogr. 05 d'argent et 46 t. 33 de cuivre.

(2) Contenant 3,304 kilogrammes de nickel et 3,279 kilogrammes de cuivre.

Société anonyme pour la production de la magnésie, à Veitsch, près Mitterdorf (Styrie). — Cette société exposait des blocs de magnésie brute et de magnésie calcinée en morceaux et en grains.

Elle exploite des mines situées dans les Alpes styriennes, au vallon de la Veitsch. Les montagnes encaissantes renferment de puissants gisements de magnésie cristalline qui, paraît-il, sont très homogènes.

Le minerai est exploité en terrasses sur une hauteur de 150 mètres et, de là, transporté aux usines. Les fours à calciner de l'usine produisent annuellement environ 65,000 tonnes.

L'usine utilise la magnésie calcinée à la confection d'un grand nombre de pièces réfractaires très employées dans la métallurgie (fours Siemens Martin, aciéries Thomas et Cie).

La magnésie à texture cristalline de Veitsch est à peu près pure; elle contient environ 90 p. 100 de carbonate, 4 p. 100 de fer et un peu de chaux et de silice.

La Société emploie environ 2,000 ouvriers et son chiffre d'affaires s'élève à 4,250,000 francs.

MM. Kubala et Cie, à Hruschau (Silésie). — Cette maison exposait un certain nombre de lampes de mines et d'appareils relatifs à l'éclairage des mines.

Elle construit en particulier une lampe à benzine à fermeture magnétique et à allumage automatique. Nous regrettons de ne pouvoir donner plus de renseignements, cette maison ayant été très sobre d'indications.

BELGIQUE.

L'exposition belge se trouvait au premier étage et une petite partie relative aux appareils des mines (perforatrices, etc.) était reportée au rez-de-chaussée.

Cette exposition figurait parmi les plus intéressantes. Malgré le peu d'espace dont elle disposait, la Belgique avait su faire ressortir toute la valeur du développement minier depuis 1889 et l'on pouvait juger par les documents exposés des résultats obtenus et des progrès réalisés par ce peuple si industrieux.

Administration des mines, à Bruxelles. — L'Administration des mines exposait divers documents très intéressants, dont les principaux sont les suivants :

I. Carte générale des mines de Belgique.

Cette carte est l'œuvre de cette Administration. Elle consiste essentiellement en des coupes à l'échelle du 5,000e, qui se succèdent de l'est à l'ouest tous les 100 mètres, constituant pour ainsi dire le cadastre des richesses minérales du pays.

Ces coupes, mises périodiquement à jour, sont à la disposition du public, notamment des exploitants, dans les bureaux des huit arrondissements miniers du royaume. Par la

IMPRIMERIE NATIONALE.

faible distance qui les sépare, elles permettent aisément le tracé des allures horizontales des couches à divers niveaux.

Les cartes exposées, en particulier, font ressortir le fractionnement du bassin houiller par de nombreuses failles.

Il a été publié, à l'échelle du 20,000e, des tracés horizontaux des bassins de Liège, Charleroi et du couchant de Mons à la profondeur la plus utile pour chacun d'eux. Un certain nombre de coupes à la même échelle accompagnent ces tracés.

Les cartes exposées se composaient de :

a. Coupe horizontale des bassins houillers du Centre, de Charleroi et de la Basse-Sambre (par MM. Smeysters-Loens et A. Crassart) à la profondeur de 180 mètres au-dessous du niveau de la mer, sauf pour quelques parties où on a choisi d'autres niveaux tels que ceux des galeries d'écoulement ou des régions exploitées (Basse-Sambre);

b. Deux coupes nord-sud, l'une à 734 mètres à l'est du Tamines, par Velaine-Saint-Roch; l'autre à 2,934 mètres à l'est du même endroit, par Jemeppe, recoupant 5 ou 6 failles dont les plus importantes sont :

Les failles du Centre, du Gouffre, du Carabinier, d'Ormont;

c. Coupe horizontale du gisement houiller avoisinant le lambeau de la Tombe (Smeysters et Loens), à 130 mètres au-dessous du niveau de la mer, avec une coupe S. O.-N. E., par le puits Hanoteau, et une autre N.-S., à l'ouest du puits Saint-Charles, recoupant les failles du Midi, de Forêt, de la Tombe, d'Ormont, du Carabinier, du Pays-de-Liège et du Centre, toutes presque horizontales;

d. Coupes générales N.-S. :

1° A 6,767 mètres à l'ouest de Charleroi;

2° A 4,167 mètres à l'ouest de Charleroi;

3° A 2,167 mètres à l'ouest de Charleroi;

4° A 433 mètres à l'est de Charleroi;

5° A 2,833 mètres à l'est de Charleroi;

6° A 5,433 mètres à l'est de Charleroi.

H. M. Harzé, directeur général des mines de Belgique, exposait un pylône statistique constituant son œuvre personnelle, et représentant l'histoire économique de l'exploitation de la houille en Belgique depuis 1831.

Nous le citons, quoique M. Harzé, à la demande du Comité de l'économie sociale, ait exposé ce pylône dans le groupe de la sociologie, car il ne s'en rattache pas moins à l'exposition minière.

Les volumes des parallélipipèdes de ce pylône sont en rapport avec les tonnages de charbon extraits depuis 1831 jusqu'à 1900. Le tonnage total depuis 1831 s'élève à 795,786,000 tonnes, représentant une valeur de 8,532,418,000 francs.

Des chiffres accessoires montrent l'augmentation du nombre des ouvriers, des salaires et le rendement annuel de l'ouvrier en tonnes. On voit que le salaire annuel s'est élevé de 483 francs en 1831 à 1,013 francs en 1871-1880 et 1,012 francs en 1891-1899.

D'autres chiffres montrent la répartition du produit des ventes : en 1851-1860 la répartition était de 50.9 p. 100 de salaires, 35.3 p. 100 de frais divers et de 13.8 p. 100 de bénéfices, alors qu'en 1891-1899 elle est devenue 57.9 p. 100 de salaires, 33.9 p. 100 de frais divers et 8.2 p. 100 de bénéfices. On voit que la part de l'ouvrier tend toujours à augmenter.

Enfin les risques professionnels des mineurs sont chiffrés sur une autre face : par 10,000 ouvriers, le nombre de tués annuellement (fonds et surface), qui était en 1831-1840 de 31.07, est devenu de 19.92 en 1881-1890 et enfin s'est réduit à 14.24 en 1891-1899. La décroissance est des plus remarquables.

Direction générale des mines, à Bruxelles. — La Direction générale des mines exposait des feuilles de la carte géologique de la Belgique au 40,000e.

L'exécution de cette carte a été confiée à une commission de géologues par arrêté royal du 31 décembre 1889. Ce collège est présidé par le directeur général des mines. Ce grand ouvrage présente certaines particularités intéressantes, entre autres les suivantes :

Par le fait que les notations de la légende ne sont indiquées qu'aux points de sondages et aux points d'affleurement observés, il est toujours possible d'y constater la nature et l'épaisseur des dépôts traversés et de les distinguer par là de la partie hypothétique.

De plus, on a pratiqué d'innombrables sondages opérés au moyen d'appareils spéciaux d'exploration; ceci indépendamment des sondages opérés par des entrepreneurs pour les recherches de mines ou d'eaux utiles (puits artésiens). Certains sondages exécutés par le service de la carte pour connaître la nature du sol ont atteint ou dépassé la profondeur de 80 mètres.

La commission est composée actuellement, en dehors de M. Harzé, président, de MM. Ch. de la Vallée-Poussin, vice-président, Michel Mourlon, Forir, Lohest, Malaise, Rutot et Van den Broeck.

Parmi les collaborateurs figure un géologue français, M. Gosselet, professeur à Lille.

La publication de la carte géologique est faite par les soins de la cartographie militaire sous la direction du général Hennequin. Elle est accompagnée d'une légende tenue à jour.

Les levés sont exécutés sur des planchettes au 20,000e et publiés sur les feuilles de l'état-major au 40,000e.

La carte comprend 120 feuilles publiées, 73 qui sont en travail et 31 non encore établies.

Compagnie de charbonnages belges, à Frameries (près Mons); directeur : M. J. Isaac. — Cette Compagnie exploite les quatre concessions de l'Agrappe, de Grisœuil, de Crachet-Picquery et de l'Escouffeaux.

Elle exposait :

1° Des échantillons de houille, charbon à coke et cokes;

De très beaux spécimens de flore houillère;

2° Une lampe électrique système Sussmann en usage dans ses mines;

Des outils divers de mineurs;

3° Des dessins, plans, élévations relatifs à diverses installations telles que.

Lavoirs à charbon du siège n° 3;

Coupe du siège de Grisœuil n° 10;

Évite-molette électro-dynamique E. Massaux;

Enfin, des diagrammes de production et des coupes géologiques montrant la disposition des coupes exploitées.

Cette compagnie, qui date de 1846, possède des concessions s'étendant sur 2,796 hectares, réparties entre deux charbonnages, ceux de l'Agrappe et ceux de l'Escouffiaux.

Le terrain houiller se montre à découvert sur quelques points de la concession dans la partie méridionale. Ailleurs, les morts-terrains le recouvrent sur une épaisseur de 8 à 20 mètres dans la région des sièges d'exploitation, et vont jusqu'à une profondeur de 225 mètres à la limite nord.

Au puits n° 12, la nappe aquifère est à 55 mètres.

Les concessions appartiennent à la région méridionale du couchant de Mons. L'allure des couches est très tourmentée avec dressants, plateures, plissements et cassures. On y trouve la faille horizontale dite « Grand Transport ».

Un puits (n° 10) a atteint la profondeur de 1,050 mètres.

Le charbon extrait comprend : la houille à gaz à longue flamme, la houille demi-grasse industrielle, la houille grasse maréchale, enfin la houille maigre presque sans flamme.

On exploite, ou on a exploité jusqu'à ce jour, 47 couches, dont 12 à gaz, 15 de demi-grasse, 12 de grasse et 8 de maigre.

La Compagnie possède 11 sièges d'extraction, dont 4 sur l'Agrappe, 1 sur Grisœuil, 3 sur Crachet-Picquery et 3 sur l'Escouffiaux. Sur ces puits, 4 sont à grande section et l'extraction s'y fait par cages à trois étages, à deux berlines bout à bout.

Le puits n° 10, dont la coupe était exposée, extrait à 1,000 mètres de profondeur par câbles plats en aloès à dix aussières. L'étage de 1,050 mètres est en préparation.

Aérage. — Toutes les couches sont grisouteuses et sont exposées aux dégagements instantanés. Aussi l'aérage est très développé. On a dégagé ou élargi les puits de retour d'air et installé de puissants ventilateurs.

Éclairage. — Comme amélioration de l'aérage il faut signaler la mise en service de la lampe électrique à accumulateur Sussmann dans les fosses de Crachet-Picquery. La lampe utilisée est la lampe anglaise très modifiée pour l'adapter aux exigences des règlements belges. Ces modifications concernant la fermeture hermétique et la protection de la lampe ont été réalisées à la mine même (M. Abrassart, ingénieur).

Cette lampe est en service depuis 1898, et semble donner satisfaction. Nous en parlerons en détail plus loin.

Exhaure. — L'exhaure principale est au n° 10 de Grisœuil, où la venue d'eau varie de 1,200 à 2,000 mètres cubes par vingt-quatre heures. Elle se fait à la profondeur de 350 mètres par une machine Cornwall, à traction directe et condensation, ayant comme dimensions :

Diamètre, piston moteur	3m30
Course, piston moteur	4 00
Diamètre, piston plongeur	0 60
Course, piston moteur	4 00
Quantité d'eau extraite par coup	1 mètre cube.

Les autres sièges possèdent 15 pompes souterraines.

La pompe du n° 7 (Escouffiaux) mue à l'air comprimé refoule l'eau de 865 mètres de profondeur à la surface.

L'air comprimé est utilisé pour les treuils intérieurs, les machines d'épuisement, treuils d'extraction, etc.

Lavoirs. Fours à coke. — La Compagnie possède actuellement 368 fours de divers systèmes (Talabot, Itton, Laitem, Semet-Solvay). La chaleur perdue sert à chauffer des générateurs.

On utilise dans ces fours les charbons menus de l'Agrappe ou Crachet-Picquery.

Les sièges nos 13 et 12 possèdent des lavoirs mécaniques à charbon.

On fabrique actuellement 150,000 tonnes de coke.

Les 50 fours Semet-Solvay de Crachet-Picquery possèdent une usine à récupération de sous-produits.

Enfin la Compagnie a pris souci de ses ouvriers et les installations ouvrières y comprennent une caisse des blessés, une caisse des malades, une caisse de prévoyance (accidents), enfin une caisse de retraites. Ces diverses institutions ont absorbé en 1899 une somme de 218,000 francs.

La production de la Compagnie était de 150,000 tonnes en 1846, elle a atteint 420,000 tonnes de houille et 99,000 tonnes de coke en 1889. En 1899, cette production a été de 644,000 tonnes de houille et 135,000 tonnes de coke.

Société anonyme du Syndicat des Charbonnages liégeois (collectivité), à Liège. — Ce syndicat a été fondé le 18 mai 1897. Il comprend trente charbonnages du bassin de Liège, employant 25,730 ouvriers, et produisant annuellement 5,059,000 tonnes de houille d'une valeur de 60,810,000 francs.

Le directeur du syndicat est M. Paul van Hœgaerden.

Le syndicat possède à Tilleur un laboratoire et un service des essais pour étudier les divers produits et en déterminer leur composition et leurs qualités.

La collectivité exposait un grand nombre de plans, cartes, photographies et modèles, ainsi que des échantillons de combustibles bruts ou lavés.

Il serait impossible de passer en revue tous les charbonnages qui font partie de ce syndicat puissant; nous en donnons toutefois la liste avec l'indication de la qualité des charbons extraits :

Société anonyme des Charbonnages d'Abhooz et de Bonne foi Hareng, à Hersal. — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages d'Angleur, à Angleur. Directeur-gérant, M. J. Fréson. — Charbons gras, demi-gras.

Société des Charbonnages de Belle-Vue et Bien-Venue, à Herstal. Directeur-gérant, M. C. Bronhon. — Charbons demi-gras et maigres.

Société anonyme des Charbonnages du Bois-d'Abroy, à Sclessin-Ougrée. Directeur-gérant, M. C. Petit. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Bonne-Espérance et Batterie, à Liège. Directeur-gérant, M. Masy. — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages de Bonne-Fin, à Liège. Directeur-gérant, M. Fl. Souheur. — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages du Canal de Fond-Piquette, à Vaux-sous-Chèvremont. Directeur-gérant, M. A. Hallet. — Charbons maigres.

Société anonyme John Cockerill, à Seraing. Directeur général, M. A. Greiner. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Cowette-Ruffin, à Beyne-Heusay. Directeur-gérant, M. T. Delsemme. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages du Corbeau au Berleur, à Grâce-Berleur. Directeur-gérant, M. L. Frankignoulle. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, à Montegnée. Directeur-gérant, M. P. Habets. — Charbons gras, demi-gras et maigres.

Société anonyme des Charbonnages de l'Est de Liège, à Beyne-Heusay. Directeur-gérant, M. E. Desvachez. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Gosson-Lagasse, à Jemeppe. Directeur-gérant, M. E. Discry. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de la Grande-Bacnure, à Coronmeuse, Liège. Directeur-gérant, M. C. Demany. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Herve-Wergifosse, à Herve. Directeur-gérant, M. E. Goffart. — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages du Horloz, à Tilleur. Directeur-gérant, M. Ph. Banneux. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de la Haye, à Liège. Directeur-gérant, M. J. Boulanger. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Lonette, à Retinne. Directeur-gérant, M. L. Laguesse. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Maireux et Bas-Bois, à Sommagne-Micheroux. Directeur-gérant, M. P. Gabriel. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de Marihaye, à Flemalle-Grande. Directeur-gérant, M. M. Dubois. — Charbons gras.

Société anonyme des Charbonnages d'Oupeye, à Oupeye. Directeur-gérant, M. N. Hallet. — Plans et produits. — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages de Patience et Beaujonc, à Glain. Directeur-gérant, M. F. Durieu. Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages de la Petite-Bacnure, à Herstal. Directeur-gérant, M. A. Bernard — Charbons maigres.

Société anonyme des Charbonnages des Prés-de-Fléron, à Fléron. Directeur-gérant, M. Dartois. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages des Quatre-Jean, à Queue-du-Bois. Directeur-gérant, M. Ledent. — Charbons demi-gras.

Société anonyme des Charbonnages des Six-Bonniers, à Seraing. Directeur-gérant, M. B. Souheur.— Charbons gras.

Société anonyme des Charbonnages de Werister, à Beyne-Heusay. Directeur-gérant, M. J. Dupont. — Charbons gras et demi-gras.

Société anonyme de la Nouvelle-Montagne, à Engis. Directeur général, M. P. Gindorff.— Charbons maigres et demi-gras.

Société anonyme d'Ougrée, à Ougrée. Directeur général, M. Trasenster.

A ces charbonnages s'était jointe la *Revue universelle des mines, de la métallurgie*, etc. (société anonyme), à Liège. Nous n'avons pas besoin d'attirer l'attention sur cette revue bien connue par ses travaux et publications importants qui ont fortement contribué au développement de la technique des mines.

Parmi les objets exposés par le syndicat, nous devons citer tout particulièrement :

Charbonnages d'Ougrée. — *a.* Lavoirs pour ouvriers.

b. Les dessins relatifs à une méthode employée pour le remplacement d'un revêtement en bois par un revêtement en maçonnerie sans interrompre l'épuisement ni l'extraction.

c. Un modèle relatif à l'approfondissement d'un puits avec établissement simultané d'un revêtement monolithe. Cette méthode très intéressante a fait l'objet d'une note de M. Linet, directeur d'Ougrée, parue dans la *Revue universelle* en 1899.

Nous en reparlerons plus loin.

Charbonnages de Maireux et Bas-Bois. — Des dessins relatifs à un cuvelage en maçonnerie et béton du puits Guilleaume, avec garniture particulière au passage de la nappe aquifère.

Charbonnages de Gosson-Lagasse. — Installation de triage avec décomposition, recomposition et dosage des menus pour la production de tout-venants industriels et de foyers domestiques, d'une capacité de 100 tonnes à l'heure. (Constructeurs : Allard frères, à Châtelineau.)

Charbonnages de Lonette, à Retinne. — Dessins d'un ventilateur Guibal de 7 mètres de diamètre, marchant à grande vitesse, construit par MM. Wera frères sur les données de la direction.

Charbonnages de Cockerill. — *a.* Dessins relatifs aux installations du siège Colard.

b. Modèles relatifs à des ouvrages très intéressants en béton réalisés dans ces charbonnages, tels que :

1° Réfection d'un puits par substitution d'un revêtement en béton à un revêtement métallique;

2° Creusement et revêtement en béton d'une chambre de machine souterraine;

3° Serrement en béton pour une pression de 16 atmosphères.

c. Enfin un plan en relief de la couche Malgarine (au 1,000e) dans le nord et de celle de Grand-Joli-Chêne dans le sud (dernière couche reconnue dans le bassin). Dans cette région dix-sept couches sont exploitables avec des puissances variant de 0 m. 50 (Béchette n° 6) à 1 m. 92 (Perry n° 3).

Charbonnages des Prés-de-Fléron. — Dessins d'un générateur de vapeur multibulaire à tubes d'eau verticaux à circulation d'eau méthodique et forcée, de 200 mètres carrés de surface de chauffe (système breveté J. Dartois).

Charbonnages de Patience et Beanjonc. — Modèle représentant la méthode employée pour le creusement et le muraillement simultanés d'un puits au siège Fanny.

Charbonnages de Bonne-Espérance et Batterie. — Dessins d'un châssis à molette pour deux puits jumeaux au siège Batterie, reposant sur des piliers en béton.

Charbonnages de Marihaye. — Dessins relatifs à l'installation de fours à coke système Collin, avec l'usine à récupération (goudron, sulfate d'ammoniaque et benzol).

Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune. — *a.* Documents relatifs à son installation électrique (station centrale) comprenant trois groupes électrogènes de 200 kilowats chacun (triphasés Brown) à 1,000 volts et 44 périodes; 2 stations réceptives sont établies l'une au siège Saint-Nicolas, l'autre au siège Espérance. Ce dernier utilise l'électricité non seulement pour l'aérage, les pompes et l'éclairage, mais encore pour l'atelier de triage (50 HP.).

Les moteurs employés au fond sont des moteurs Boucherot (asynchrônes) construits par la maison Bréguet (moteurs de 125 HP. pour les pompes souterraines d'Espérance et de Saint-Nicolas).

b. Dessins relatifs aux installations de triage et lavage des sièges et des coupes, et études géologiques du gisement.

Caisse de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs, 1839-1899. — Tableaux des opérations de la caisse. Cette caisse, alimentée par des subsides de l'État et par des fonds versés par les exploitants, a reçu, en 1899, 832,000 francs contre 747,000 en 1890; elle a distribué dans la même année en pensions, secours, etc., 705,000 francs contre 588,000 en 1890.

En 1899, il y avait 31,900 ouvriers affiliés pour un montant total de salaires de 36,546,000 francs.

En plus il existe pour chaque mine une caisse particulière de secours. L'ensemble de ces caisses pour le bassin de Liège représentait un avoir de 870,000 francs fourni par les retenues sur les salaires et les versements des exploitants; les caisses ont distribué en secours divers 823,000 francs.

En 1899, la statistique du bassin indique 47 accidents dans lesquels 26 ouvriers ont été tués et 21 blessés.

Nous terminons cette étude malheureusement beaucoup trop sommaire sur les char-

bonnages liégeois par le tableau de la production depuis 1895 pour chacune de ces mines :

SYNDICAT des CHARBONNAGES LIÉGEOIS.	PRODUCTION ANNUELLE DES MINES SYNDIQUÉES.				
	1899.	1898.	1897.	1896.	1895.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Abhooz et Bonne-Foi Hareng....	141,910	93,200	126,520	127,760	101,460
Angleur.....	59,650	59,160	57,310	54,720	56,090
Belle-Vue et Bien-Venue.....	34,200	31,200	28,430	28,440	30,750
Bois d'Avroy.....	317,380	316,800	325,600	318,800	323,400
Batterie.....	179,100	151,300	116,600	99,600	93,200
Bonne-Espérance.....	104,580	104,900	93,100	84,800	78,210
Bonne-Fin.....	279,700	276,260	265,940	220,560	190,000
Corbeau au Berleur.....	64,870	70,800	66,900	55,770	61,450
Cowette-Rufin.....	44,470	46,480	44,280	43,470	31,030
Cockerill.....	257,520	269,965	245,785	259,070	271,860
Espérance et Bonne-Fortune.....	325,290	288,030	272,920	207,090	188,070
Est de Liège.....	92,850	79,970	89,510	71,050	59,041
Fond-Piquette.....	76,330	77,440	74,270	79,270	87,847
Gosson-Lagasse.....	311,500	328,700	324,000	333,800	325,400
Grande-Bacnure.....	111,300	107,100	104,600	95,400	93,600
Herve-Wergifosse.....	106,195	103,945	99,645	100,410	90,980
Horloz.....	409,990	414,580	409,913	367,090	374,300
La Haye.....	372,950	371,040	349,250	352,200	344,250
Lonette.....	54,250	65,810	68,300	69,990	74,275
Maireux et Bas-Bois.	67,529	62,421	61,358	66,070	63,520
Marihaye.....	466,520	458,600	459,720	437,300	410,220
Nouvelle-Montagne.....	57,800	36,700	30,640	32,490	29,840
Ougrée.....	105,660	104,700	95,485	93,400	89,930
Oupeye.....	24,010	22,830	21,110	23,500	24,620
Patience et Beaujonc.....	324,350	294,280	277,400	240,200	198,150
Petite-Bacnure.....	49,790	52,140	52,560	52,340	57,120
Près-de-Fléron.....	24,400	28,000	25,288	20,670	87,560
Quatre-Jean.....	76,650	73,490	76,560	69,450	69,809
Six-Bonniers.....	116,310	125,740	127,130	122,800	116,500
Wérister.....	118,150	115,600	120,230	130,270	108,842

Charbonnages de Mariémont et Bascoup. — Ces deux sociétés exploitent la partie orientale du bassin du Centre dans le Hainaut, sur 3,613 hectares. Elles travaillent sur toute la série des couches du Comble du Nord, reposant sur la base du terrain houiller formée par les phtanites, limitée au nord par les affleurements de ces terrains, et au sud par un grand dérangement qui interrompt brusquement l'allure régulière des couches.

La puissance des couches varie entre 0 m. 35 et 1 m. 35. Ces sociétés possèdent dix puits et produisent en tout 1,100,000 tonnes environ.

Mariémont. — Cette société exploite vingt-huit veines de charbon. Elle produit

500,000 tonnes annuellement par six puits d'extraction dont les capacités journalières sont les suivantes :

		tonnes.			tonnes.
Puits	Saint-Arthur	400	Puits	Sainte-Henriette	330
	La Réunion	480		Le Placard	220
	Abel	60		Saint-Éloi	210

La production est concentrée au triage central par 6 kilomètres de traînage mécanique.

L'atelier central de triage, très bien installé, comprend 10 appareils de classement : 4 grilles décomposant le charbon en gros et menu gailleteux; 2 grilles avec cribles à secours pour la préparation des fines et des menus gailleteux de faible composition; 2 grilles avec cribles à secours pour le triage des haveries; 2 grilles pour le traitement des charbons peu gailleteux dont les fines doivent être soumises à un lavage. Le classement des fines en menus et têtes de moineaux s'opère ensuite par un second crible.

Le lavoir (Lührig et Coppée) est près du triage, il est capable de 35 à 40 tonnes de menus et 15 à 20 tonnes de têtes de moineaux à l'heure. Les menus sont élevés par une chaîne à godets qui les déverse sur une série de cribles superposés qui les séparent en cinq grosseurs qui passent ensuite dans des caisses à feldspath ou dans des bacs ordinaires dits à grenailles. Après lavage et égouttage, les différentes catégories de 8 à 35 sont livrées sous le nom de grains ou braisette. Celles de 0 à 8, après égouttage dans des tours, sont utilisées à la fabrication des briquettes.

Les têtes de moineaux sont traitées comme les menus 10-35.

La fabrique d'agglomérés est capable de 450 tonnes par jour.

Les installations électriques ont été faites depuis quelque temps, en particulier au siège La Réunion (30 HP.).

Bascoup. — Cette société exploite 19 couches, elle produit par jour 2,350 tonnes par 4 puits :

		tonnes.			tonnes.
Puits	Sainte Catherine	470	Puits	N° 4	440
	N° 3	340		N° 5	1,100

Deux autres sièges sont en préparation.

Comme à Mariémont, les productions des divers sièges sont réunies par un traînage mécanique (2,650 mètres) à un atelier central de triage. Celui-ci comprend six appareils de classement. Deux de ces appareils à tables tournantes donnent les menus gailleteux de diverses compositions. Un autre traite le combustible pour les chaudières de la mine. Un quatrième sert pour les essais sur le rendement des veines en gros charbon et au besoin augmenter le rendement des suivants qui, au nombre de deux, donnent cinq classements, savoir : gaillettes, gailletteries, gailletins, têtes de moineaux et menus.

Cependant le siège n° 5, isolé, à forte production, possède des installations qui lui sont propres. Ce siège comprend trois puits destinés, l'un à la translation du personnel

(4 m. 25) et à l'épuisement, un autre à l'extraction (4 m. 25), enfin le troisième à l'aérage (3 mètres). Il possède un traînage mécanique intérieur sur 1,300 mètres et 1,000 mètres.

Le triage du n° 5 se fait par quatre appareils, capables chacun de 90 tonnes à l'heure.

Un lavoir (Lührig et Coppée) y est installé. Il peut traiter 40 tonnes à l'heure.

Les charbonnages de Mariémont et Bascoup possèdent un bureau d'études et d'expériences commun.

D'une façon générale, les caractéristiques des divers appareils employés sont les suivantes :

Machines d'extraction, munies du système de détente variable L. Guinotte;

Ventilateurs Guibal;

Clapets d'aérage Briart pour faire servir les puits d'extraction de puits de retour d'air;

Grilles de triage système Briart à barreaux mobiles;

Barrières de sûreté Warocqué (dont nous parlerons ultérieurement).

Ces charbonnages possèdent une caisse commune de prévoyance ainsi que des caisses particulières de secours et quelques autres institutions intéressantes de retraites ou de coopération.

Ces charbonnages exposaient :

a. Relief au 100e de l'atelier du triage central, des lavoirs à charbon, de l'usine à briquettes, etc., de Mariémont;

b. Relief au 100e des sièges n° 5 et n° 6 de Bascoup, reliés par traînage mécanique;

c. Relief au 20e du chargement à bateaux;

d. Modèle au 10e de l'appareil de sécurité R. Warocqué;

e. Plans figuratifs des concessions de Mariémont et de Bascoup;

f. Coupe générale n° 3 des mines;

g. Tableaux de composition et de raccordement des couches;

h. Dessins, diagrammes, tableaux, etc.

Société anonyme des charbonnages réunis, à Charleroi. — Cette société, qui exploite la concession la plus ancienne de tout le bassin de Charleroi, possède une superficie totale de 790 hectares. Elle comprend presque la partie la plus élargie et la plus riche de ce bassin avec 33 couches exploitables variant de 0 m. 40 à 1 m. 60, et donnant des charbons contenant de 18 à 11 p. 100 de matières volatiles.

Actuellement, la Société possède 6 sièges d'extraction dont 3 sont doubles et munis d'un puissant outillage. (N° 1, n° 2 Mambourg et n° 2 Sacré-Français.)

Des transformations importantes ont eu lieu depuis deux ans dans le but d'augmenter la production qui, de 450,000 tonnes en 1896, est passée à 550,000 tonnes en 1898 et 640,000 tonnes en 1900. Ces charbonnages emploient 3,450 ouvriers. Ils exportent en France environ 150,000 tonnes par an.

Parmi les documents exposés on remarquait en particulier :

a. Des dessins de la machine d'extraction du puits d'air du siège n° 1 Mambourg.

Ce puits qui est en fonçage a 4 mètres de diamètre intérieur, et possède un équipement tout à fait moderne. Il a dû être terminé à la fin de 1900. La machine exposée a pour caractéristiques :

Diamètre du cylindre	0^m75
Courses des pistons	1 50
Pression	8 atmosph.
Force	1,500 HP.

Elle est à détente.

b. Installation du siège double Sacré-Français.

Le puits d'extraction a 4 mètres de diamètre et une profondeur de 650 mètres. La machine d'extraction horizontale est à deux cylindres de 1 mètre de diamètre et 1 m. 60 de course.

Le puits d'aérage (diamètre 3 m. 60) a un outillage moderne et puissant. Il est approprié à l'extraction. Il possède un chevalement métallique de 30 mètres de hauteur avec doubles recettes, cages simples à huit étages et câbles en acier de 15 centimètres de largeur.

Sa machine d'extraction horizontale, à détente par soupapes et à deux cylindres de 1 m. 10 de diamètre et 1 m. 60 de course, est capable d'extraire une charge utile de 5 tonnes de la profondeur de 1,200 mètres.

Deux grands ventilateurs sont groupés avec la machine d'extraction dans une même salle. L'un est un Guibal de 9 mètres, l'autre un Rateau de 2 m. 80. Ils débitent un volume d'air de 80 mètres cubes par seconde avec une dépression de 110 millimètres à la tête du puits.

Des expériences faites à la mine et très intéressantes font ressortir, d'après les données de la société, un rendement mécanique de 0.635 pour le Rateau et de 0.445 pour le Guibal, ce qui donne une supériorité incontestable pour le Rateau.

La Société a donné un détail très étudié des études faites à ce sujet, et tout en reconnaissant le côté pratique et la marche sûre du Guibal, elle lui fait un certain nombre de critiques sur ses dimensions, le nombre des ailes, leur forme, etc., qui, d'après elle, si elles étaient mises en exécution, remédieraient à l'infériorité constatée.

Elle exposait un modèle en relief de ces installations.

c. Installation du triage et lavage du siège n° 2 (Mambourg).

Cette installation est complètement métallique. Elle comprend 2 grilles fixes avec culbuteurs tournants. Le charbon, après les avoir traversées, tombe dans une trémie d'où une chaîne à godets les transporte dans un classeur oscillant qui les divise en six catégories : poussiers (0 à 5); grains (5 à 8); braisettes (8-15); greusins (15 à 27); têtes de moineaux (27-50) et gailletins (50-90).

Les cinq premières sont dirigées par courant d'eau sur sept lavoirs Francou qui four-

nissent des produits dont la teneur en cendres varie de 2 à 6 p. 100. Les charbons sont ensuite « rincés » et se rendent dans des tours en tôle où ils s'égouttent. Les gailletins qui ne sont pas lavés passent sur une toile où on les épierre et qui les conduit au chargement.

d. Coupe géologique nord-sud par les puits n° 2 Mambourg et des Hamendes, et carte générale de la Société.

Cette société a pour directeur général M. A. Soupart, et, comme ingénieur en chef, M. L. Legrand.

Annales des mines, à Bruxelles. — Cette revue technique, dont les principaux collaborateurs appartiennent au corps des mines de Belgique, a été fondée en 1896, quand les *Anciennes Annales des travaux publics de Belgique* ont passé sous la direction exclusive du corps des Ponts et Chaussées. Ce nouveau recueil a acquis très vite une des premières places parmi les revues techniques. Les importants travaux qui y sont publiés sont fréquemment reproduits *in extenso* dans les revues étrangères.

Société des charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes et Sainte-Aldegonde, à Ressaix-lez-Binche. — Cette société exploite 2,716 hectares; elle a été formée par M. Evence Coppée par le rachat en 1886 des charbonnages de Ressaix, en 1887 de ceux de Sainte-Aldegonde, et en 1891 de ceux de Princesse-Péronnes.

La production a été sans cesse en augmentant de 297,700 tonnes en 1892 à 458,000 tonnes en 1898.

La concession totale constitue un bassin complet avec plateures au nord et dressants renversés au midi, alternant avec des fausses plateures. Ce bassin renferme toute la série des charbons depuis les maigres jusqu'aux flambants à 32 p. 100 de matières volatiles.

Les sièges comprennent des ateliers de triage perfectionnés. Une usine de briquettes produit annuellement 13,500 tonnes avec une installation de lavage capable de 400 tonnes en dix heures.

Les charbonnages comprennent deux usines à coke (fours système Coppée) : l'une (Ressaix et Leval) possède 92 fours dont 52 à récupération; l'autre (Saint-Albert et Sainte-Barbe) a une batterie de 60 fours. Nous reparlerons plus loin des fours à récupération très intéressants. Ces deux usines possèdent, en outre, des ateliers de lavage capables l'un de 50 tonnes, l'autre de 40 tonnes à l'heure.

Les charbonnages emploient 2,900 ouvriers; ils possèdent 432 maisons ouvrières.

Cette société exposait :

a. Dessins de fours à coke, système E. Coppée, de 2 t. 5 à 3 tonnes en 24 heures, avec des échantillons de coke et de sous-produits.

Actuellement il existe 12,554 fours à coke de ce système en Europe, dont 1,728 en France.

b. Dessins de lavoirs système Coppée (criblage, lavage, mélange et broyage). Nous reparlerons plus tard de ce système adopté et installé par les mines d'Aniche.

Il existe actuellement, en 1900, 89 de ces lavoirs dont 26 en France.

c. Coupe d'un système employé pour le foncement d'un puits à travers les morts terrains.

Ce système intéressant consistait à utiliser un puits déjà existant pour l'épuisement des eaux du puits en fonçage, au moyen d'un sondage préalable aboutissant à un réservoir épuisé par une pompe qui évacuait l'eau par le puits existant voisin. Cette pompe et ce réservoir étaient placés dans une chambre souterraine adjacente à l'ancien puits et allant jusqu'en dessous du sondage précité. Nous en reparlerons ultérieurement.

Société anonyme des agglomérés réunis du bassin de Charleroi, à Marcinelle. — Cette société exposait, en même temps que des plans de ses deux usines de Marcinelle et de Chatelineau, des échantillons de sa production, tels que : anthracènes, benzol, benzine, naphtaline, goudrons, brais, etc., charbons et cokes.

L'usine de Chatelineau a pour but de trier, de laver les charbons et de fabriquer les briquettes. Elle est capable de trier et laver 1,500 tonnes et fabriquer 700 à 800 tonnes de briquettes par jour.

Les poussiers à briquettes sont lavés dans des lavoirs-trembleurs spéciaux. On utilise trois presses doubles perfectionnées.

L'usine de Marcinelle comprend une installation de triage et de lavage; elle fabrique aussi des briquettes. De plus, elle possède une grande usine de distillation de goudron et une usine où l'on traite les sous-produits de cette distillation. C'est sans contredit une installation des plus intéressantes de ce genre.

Les appareils distillatoires de goudron traitent 20,000 à 25,000 tonnes par an; ils produisent :

1° De l'eau ammoniacale vendue aux fabriques de sulfate d'ammoniaque;

2° De l'huile légère qu'on traite ensuite pour en retirer les diverses essences;

3° De l'huile moyenne d'où l'on extrait la naphtaline et l'acide phénique à l'état brut;

4° Des huiles lourdes d'où l'on tire l'anthracène et les diverses huiles servant au créosotage et autres usages.

Le résidu, ou brai, sert aux deux usines pour la fabrication des briquettes.

On fabrique aussi à Marcinelle les benzols à 90 et 50 p. 100 et la benzine.

Les goudrons traités viennent d'usines à gaz de Belgique, de Hollande et de France.

Les produits de cette société sont très connus, en particulier les briquettes S.A.S. et J.P.B. qui sont employées par beaucoup de compagnies de chemin de fer et de navigation.

MM. Cooppal et Cie (société anonyme), à Wetteren. — Cet établissement exposait des échantillons divers de ses produits, poudres et explosifs. Appelé aussi « Poudrerie royale de Wetteren », il a été fondé en 1778 par M. J. F. Cooppal. En 1781, il devint fournisseur du Gouvernement autrichien et, en 1830, du Gouvernement belge. En 1881,

une seconde usine fut créée à Caulille où on fabriqua, en 1885, les poudres sans fumée.

Actuellement, on produit toutes les poudres noires de guerre, de chasse et de mine (75 salpêtre, 12.5 soufre et 12.5 charbon), des poudres sans fumée de guerre et de chasse, des poudres sans fumée pour canons de 6 à 8 pouces et pour canons de campagne à tir rapide. Enfin on y fabrique aussi un explosif puissant appelé tonite.

La production totale s'élève à 2 millions de kilogrammes, dans lesquels les poudres de mine entrent pour moitié.

M. François (Joseph), à Seraing. — Cette maison de constructions mécaniques exposait des modèles de perforatrices, bosseyeuses et compresseurs d'air du type créé par M. François.

Ce dernier a reçu, à l'Exposition de Bruxelles de 1897, un prix spécial de 25,000 francs pour ses bosseyeuses et son compresseur.

Ces deux appareils sont intéressants et se distinguent par des avantages assez sérieux.

Le *compresseur* possède des soupapes libres pendant l'admission de l'air dans le cylindre. Les ressorts qui les commandent sont gouvernés dans ce but, de façon à ce qu'ils n'aient pas d'action sur ces soupapes pendant la période d'aspiration, de sorte qu'elles peuvent s'ouvrir complètement au premier appel du piston. De plus, l'espace entre le piston à fond de course et le fond du cylindre est extrêmement réduit.

Les données du compresseur exposé sont les suivantes :

Diamètre du cylindre	du moteur à vapeur	0m320
	compresseur	0 300
Course commune aux 2 pistons		0 500
Nombre de tours par minute	maximum	80 tours.
	minimum	5
Travail indiqué au piston à vapeur à 60 tours à la minute et à 5 kilogrammes de compression		25 HP.
Poids d'air comprimé à l'heure à cette marche		30 kilogr.

La *perforatrice* présente l'avantage, commun d'ailleurs avec le type Dubois-François, de pouvoir fonctionner alors même que les organes principaux ont subi une usure assez notable. C'est une machine robuste. Les chocs contre les deux extrémités du cylindre sont évités par un matelas de caoutchouc à l'avant et par un petit piston amortisseur à l'arrière, petit piston agissant sur de l'air comprimé en communication avec celui de la chapelle.

Cet appareil se monte sur divers systèmes d'affûts.

Nous reparlerons ultérieurement de ces deux appareils

Société anonyme d'électricité et hydraulique, à Charleroi, M. J. Dulait, directeur-gérant. — Cette société exposait des perforatrices électriques à percussion.

Ces perforatrices sont mises en mouvement par des moteurs électriques complètement cuirassés par l'intermédiaire d'arbres flexibles.

Le porte-outil traverse un cylindre fixé à l'affût. La partie arrière du porte-outil, filetée, traverse un écrou à glissières relié à la partie fixe (cylindre) par un fort ressort. Cet écrou porte à la partie inférieure un galet, sur lequel vient agir une came à mouvement rapide actionnée par le moteur par renvoi à pignons coniques dentés.

Cette came transmet au galet, et par suite à l'écrou et à l'outil, un mouvement de va-et-vient grâce au rappel produit par le ressort.

Les chocs de la came sur le galet sont amortis par un volant particulier en deux parties réunies par un ressort.

L'avancement se fait à la main.

Comme données, le constructeur indique, pour son numéro 2 :

Poids de la perforatrice sur affût		130 kilogr.
Moteur		1 1/2 HP.
Nombre de coups à la minute (avec ressort de 80 kilogrammes)		420
Avancement dans les roches	moyennes	7 à 8 centimètr.
	tendres	10 12
(trous de 25 à 30 millimètres).		

Divers systèmes d'affûts permettent de réunir ces perforatrices en batterie.

Nous en reparlerons d'ailleurs ultérieurement.

M. Bovier (J.), à Liège. — M. J. Bovier exposait un modèle d'obturateur expansif pour mines avec désobturateur.

Ce système intéressant consiste en un tube épais de caoutchouc amianté que deux coins coniques, en se rapprochant, gonflent et appliquent fortement contre les parois des trous.

L'obturation se fait en 1 minute et demie environ. Elle est hermétique et très solide. Un désobturateur, en écartant les deux coins, permet de retirer le système en très peu de temps. L'application de cet obturateur tout récent dans quelques mines belges aurait donné de bons résultats, tant au point de vue de la rapidité de l'exécution que des effets obtenus en raison de la solidité de cette obturation hermétique.

BOSNIE-HERZÉGOVINE.

L'exposition minière de ce pays se trouvait au rez-de-chaussée de son pittoresque pavillon de la rue des Nations.

Les envois du Gouvernement comprenaient :

1° Une grande carte sur verre des gisements minéraux du pays, faisant pendant à la carte des forêts;

2° Des échantillons de ses charbons de Zeniça (avec leur analyse) et de Kreka, et

deux aquarelles représentant l'atelier de préparation mécanique et la sortie d'une galerie de la mine de Zeniça, dont l'exploitation est faite par le Gouvernement;

3° Des échantillons de sel et une aquarelle représentant le chargement des wagons aux salines gouvernementales de Simin-Han;

4° La brochure de M. Franz Pœch, sur l'industrie minérale de Bosnie-Herzégovine, accompagnée d'une carte géologique et publiée à l'occasion du Congrès international des mines et de la métallurgie, par ordre du Gouvernement.

Voici un résumé des pages les plus intéressantes de cette brochure, complété à l'aide de divers renseignements pris dans les rapports de M. Albert Lebrun, ingénieur au corps des mines, sur l'industrie minérale de Bosnie-Herzégovine, et de M. Léon Bertrand, chargé de cours à l'Université de Toulouse, sur la géologie de Bosnie-Herzégovine (*Revue générale des Sciences*, 30 mars et 15 avril 1900).

Géologie.

Les auteurs d'études géologiques sur la Bosnie et l'Herzégovine postérieures à 1889 sont les suivants :

1° Le baron H. Foullon, qui fit paraître une esquisse géologique du pays en 1892; après sa mort tragique en 1896, dans les îles du Pacifique, ses travaux furent continués par M. Auton Rücker, qui publia une notice avec carte sur les gisements aurifères;

2° L'ingénieur V. Radimsky, qui étudia les divers bassins tertiaires et houillers du pays; une mort prématurée l'empêcha de publier ses travaux;

3° M. Grimmer, dont les travaux sur les bassins néogènes sont encore inédits;

4° Le docteur Friedrich Katzer, qui fut chargé, en 1899, par le Gouvernement autrichien d'étudier la géologie de Bosnie-Herzégovine avec le concours des ingénieurs des mines de l'État; il a décrit, d'une façon détaillée, le bassin salifère et charbonneux de Tuzla et publié une monographie sur les gisements de fer de Varès, ainsi que sur le bassin minier de Fojnica.

Une carte géologique à l'échelle des cartes d'état-major (1/75000), accompagnée d'une description complémentaire, est en cours d'exécution.

Esquisse géologique (fig. 37). — Presque toutes les formations géologiques sont représentées en Bosnie-Herzégovine; les roches primitives se rencontrent dans les montagnes de granit des environs de Koba, au bord de la Save, où elles émergent des terrains tertiaires.

Les formations paléozoïques comprennent des schistes et des calcaires sans fossiles, dont la direction générale est N. O.-S. E.; cette direction est également celle des montagnes bosniaques, qui sont la continuation des Alpes de la Carniole.

Les dépôts mésozoïques se répandent des deux côtés de la zone centrale paléozoïque. Le crétacé constitue la plus grande partie du S. O. de la Bosnie et presque toute l'Herzégovine; il est formé de calcaire facilement décomposé sous l'action de l'air.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La région dépourvue de forêts et stérile est dénommée région du Karst.

La caractéristique du Karst est son réseau de cours d'eau en grande partie souterrains.

Au N. E. de la Bosnie, au contraire, les terrains crétacé et éocène se composent de grès et de calcaires bien stratifiés (flysch), percés souvent par des roches éruptives, principalement par la serpentine.

Les terrains mésozoïques ou tertiaires sont très répandus dans le nord du pays, ils y forment un grand nombre de bassins avec couches charbonneuses.

Les terrains quaternaires occupent, vers la frontière du Nord, la plaine de la Save, tributaire du Danube.

Les roches éruptives sont aussi très répandues, notamment la serpentine. Près de Srebrenica, on trouve des trachytes traversés par des filons de galène argentifère et, au centre du pays, près de Fojnica et de Bugojno, par des filons aurifères. Les gabbros et les mélaphyres sont représentés près de Vareš et de Cevljanovič, où les gisements de fer et de manganèse sont en relation avec eux.

On peut diviser, au point de vue géologique, la Bosnie-Herzégovine en trois grandes zones nettement distinctes et allongées toutes trois du N. O. au S. E.

1° La zone centrale, celle des Alpes dinariques, formée principalement de couches triasiques, qui servent de couverture à des assises primaires affleurant sous forme de bandes et marquant l'axe de grands anticlinaux parallèles;

2° La région du Karst, au sud de la zone axiale et caractérisée par un énorme développement de crétacé; elle comprend la région de Livno en Bosnie et presque toute l'Herzégovine;

3° Le nord bosniaque, formé de flysch correspondant à la fois au crétacé et au tertiaire inférieur.

Terrains primaires. — Les schistes argileux plus ou moins métamorphisés et parfois transformés en véritables schistes cristallins forment une longue bande d'affleurement traversant en écharpe toute la Bosnie du N. O. au S. E., avec une seule discontinuité au S. O de Sarajevo.

Trias. — Il est développé seulement dans la partie haute des Alpes dinariques, où il forme de larges bandes. Il se compose de schistes rouges correspondant aux couches de Werfen et entourant généralement les affleurements paléozoïques; il apparaît aussi dans les dépressions qui séparent les plateaux calcaires ondulés (planina) si largement développés en Bosnie, surtout dans sa partie S. E.

Crétacé. — Il est très remarquable par ses deux facies si distincts :

1° Le crétacé à rudistes et à nérinées, constitué par une roche dure, compacte, cassante, entièrement calcaire, observée sur le versant S. O. des Alpes dinariques où il forme la région du Karst;

2° Le flysch, sur le versant opposé des mêmes Alpes, c'est-à-dire dans le bassin

danubien de la Bosnie; ce flysch, qui est formé d'une alternance de schistes marneux et de grès entrecoupés çà et là de diabases, de mélaphyres et de serpentines, ne correspond pas seulement au crétacé, mais comprend la succession des étages géologiques

Fig. 37. — Esquisse géologique de Bosnie-Herzégovine.

depuis le néocomien jusqu'à la fin de l'éogène, c'est-à-dire, avec le crétacé, tout le tertiaire inférieur.

Parallèlement à la côte de l'Adriatique se trouve une série de bandes étroites, surtout développées à l'Ouest, formées de couches nummulitiques constituées par des calcaires compacts et des marnes grises.

Dépôts néogènes. — Ils comprennent deux grandes séries :

1° Les formations marines, cantonnées au nord, près de la Save;

2° Les formations considérées comme d'eau douce, qui se rencontrent dans toute la Bosnie et l'Herzégovine sous forme d'îlots provenant, d'après les géologues autrichiens, d'anciens lacs primitifs indépendants. Ces affleurements constituent aussi presque tout le grand système des vallées bosniaques et la plupart des poljes de l'Herzégovine : le « polje » est une large et longue cuvette à fond plat, caractéristique du pays.

La longueur de ces dépôts est ordinairement supérieure au double de leur largeur; leur bord, à pente généralement très raide, circonscrit un véritable plateau, au lieu de se continuer en forme d'entonnoir, comme dans les « dolines ».

Les divers poljes d'Herzégovine sont tous allongés du N.O. au S.E. et disposés à des altitudes graduellement croissantes à mesure qu'on se rapproche de la mer. Le plus grand polje est celui de Lino : il a 60 kilomètres de long sur 10 kilomètres de large.

Le fond des poljes est formé de limon argileux et parfois de marais tourbeux, conséquence naturelle du talus entourant complètement le polje et empêchant l'écoulement des eaux; mais cet écoulement se fait souvent par des gouffres situés, soit au fond du polje, soit, dans ses parois, à une hauteur variable au-dessus du fond, à la façon d'un trop-plein.

Ces dépôts d'eau douce ont un facies très variable; ils renferment souvent à leur base des lignites qu'on exploite.

En Bosnie, le sous-sol est presque complètement recouvert par une couche d'épaisseur variable de terre végétale, provenant surtout de l'altération des roches du sous-sol. C'est à ce revêtement que le pays doit les cultures des parties basses et les belles prairies des hautes vallées.

Cette terre manque en Dalmatie dont l'aspect, par suite, est désolé, et même en Herzégovine, où le déboisement rapide a eu pour conséquence désastreuse l'enlèvement de ce manteau de terre végétale. Aussi, en Herzégovine, ne reste-t-il plus, sauf rares exceptions (bandes nummulitiques et fond des poljes), comme terre végétale, que de l'argile rouge, colorée par des sels de fer.

Roches éruptives. — Outre celles déjà mentionnées, on rencontre aussi en quelques points des roches à structure trachytique ou porphyrique, comme par exemple dans l'important massif de Srebrenica et le mamelon de Majlaj. Enfin des gabbros et des mélaphyres existent dans les régions de Varès et de Čevljanovič.

Gîtes minéraux, mines et usines.

La Bosnie est intéressante, sinon par l'importance, du moins par la variété de ses gisements; on y trouve à la fois du lignite, du sel, du pétrole, du fer, du cuivre, du manganèse, du chrome, de l'or, de l'argent, du mercure, du plomb, du zinc, de l'an-

timoine, enfin de l'asbeste, de l'asphalte, de la magnésie, des argiles réfractaires et des sables propres à la fabrication du verre.

Ces divers gisements sont portés sur la carte minière publiée par la *Revue générale des sciences pures et appliquées*. Ils sont encore mal connus, ce qui surprend pour un pays situé à vingt heures à peine de chemin de fer de Vienne et à proximité d'exploitations plusieurs fois séculaires, comme celle d'Idria. Ce n'est guère qu'en 1880 qu'ont été ouverts les premiers grands travaux d'exploitation. Les quelques manifestations d'activité minière antérieure se sont produites seulement au premier siècle de l'ère chrétienne et au moyen âge, c'est-à-dire aux deux principales époques de la prospérité bosniaque. Il n'en reste que des traces de laveries d'or et des travaux dans les gisements de Varès. D'ailleurs le pays est montagneux, couvert en grande partie de forêts, sans routes et il manquait encore de sécurité en 1878, au moment de l'occupation autrichienne. La production minière à cette époque se réduisait à quelques tonnes de fer et à quelques quintaux de sel.

Le Gouvernement autrichien donna rapidement une très vive impulsion aux exploitations minières, dont la principale depuis 1889 est celle du docteur Katzer, qui date de 1898. En même temps, on construisait des routes et des chemins de fer; aussi, dans ces dernières années, l'industrie a-t-elle fait plus de progrès que pendant plusieurs siècles.

Sel. — Il était fabriqué près de D. Tuzla, dans l'antiquité, au moyen âge et même sous les Turcs.

Ces derniers chauffaient au bois, dans une grande cuve en fer de 1 m. 50 de diamètre, l'eau salée qui jaillissait de la terre en petite fontaine; de temps en temps, on retirait le sel, en général bien impur, déposé au fond. La production totale était d'environ 5,000 tonnes en 1878.

Le Gouvernement, en 1883, fit faire plusieurs sondages, notamment à Gornja-Tuzla, où les résultats furent médiocres, et à Dolnja-Tuzla, où ils furent couronnés de succès, et amenèrent la découverte, à la profondeur de 200 mètres, d'un gisement de sel gemme de plus de 100 mètres d'épaisseur, qu'on exploite aujourd'hui par dissolution.

En 1899, cinq sondages étaient en pleine marche et trois autres en fonçage. L'eau saturée fournit en moyenne de 25 à 32 kilogrammes de sel par hectolitre. La production en 1899 a été de 1,200,000 hectolitres, dont 700,000 hectolitres sont amenés, par une conduite de 13 kilomètres de longueur et 0 m. 125 de diamètre, à la soudière de Lukavac, et 500,000 hectolitres sont répartis entre les deux salines de Simin-Han et de Dolnja-Tuzla.

La saline gouvernementale de Simin-Han renferme aujourd'hui :

1° 6 poêles, d'une surface d'évaporation de 800 mètres carrés; donnant surtout du gros sel et du sel en briquettes;

2° 4 poêles, de 144 mètres carrés; fabriquant surtout du sel fin; le combustible employé est le lignite de la mine voisine de Kreka.

200 ouvriers forment le personnel employé aux sondages et aux salines. La consom-

mation du sel en 1899 a été d'environ 10 kilogrammes par tête, soit 16,000 tonnes (pour une population de 1,600,000), chiffre encore supérieur à la production de Tuzla; mais les contrées voisines de la mer et surtout l'Herzégovine sont alimentées en sel marin, préféré d'ailleurs par les habitants.

De nouvelles recherches ont été ordonnées récemment par le Gouvernement de Vienne pour savoir si on ne pourrait pas arriver à exploiter le gisement par puits et galeries.

D'autres sources salées jaillissent dans la vallée de la Narenta, près de Konjica; mais le gîte du sel n'a pas encore été découvert.

Pétrole. — On en a trouvé des traces à proximité des dépôts de sel tertiaire dans le district de Dolnja-Tuzla; à la localité de Rozanj des sondages ont donné plusieurs centaines d'hectolitres de pétrole au début; mais le gisement fut vite épuisé, malgré la profondeur atteinte (200 mètres). Ces travaux, exécutés par le Gouvernement, furent alors abandonnés; il semble qu'il y ait lieu de le regretter.

Lignite. — Des charbons bruns tertiaires se trouvent en couches assez étendues en Bosnie-Herzégovine; mais la houille véritable manque totalement. On a cependant trouvé un charbon noir éocène dans les montagnes de Majevica au Nord de Dolnja-Tuzla; il donne du coke, mais ses couches sont très faibles.

Le charbon bosniaque, c'est donc le lignite; il est très abondant et a été l'objet d'une étude toute récente et fort documentée du capitaine des mines Grimmer, de Sarajevo.

D'après lui la surface des terrains lignitifères occuperait 8 p. 100 de la superficie du pays; les conditions géologiques de ces terrains sont assez uniformes. Les couches, d'une épaisseur variant de quelques centimètres jusqu'à 20 mètres, sont déposées dans le fond des vallées ou dans les dépressions des hauts plateaux.

La faune des terrains est une faune saumâtre à la base, passant peu à peu à une faune d'eau douce. Quant à la flore, elle comprend des conifères, mais surtout des dicotylédones.

Des 66 gisements de lignite reconnus, les deux vraiment importants sont celui de Kréka et celui, au centre du pays, allant de Zénica à Sarajevo.

Le tableau suivant indique la progression de l'exploitation charbonneuse en Bosnie depuis 1880 (début de l'extraction à Zénica).

	PRODUCTION.	PRODUIT DE LA VENTE.
	tonnes.	francs.
1880	500	5,425
1885	28,009	161,794
1890	59,342	237,211
1895	195,442	874,211
1898	268,700	1,192,191
1899	303,425	1,555,054

Prix moyen de vente depuis 1890 : environ 4 fr. 40 la tonne.

Une partie des lignites est exportée en Italie par le port de Metkovič sur l'Adriatique.

Charbonnage de Zénica. — Le bassin tertiaire de Zénica s'étend de Travnik à Sarajevo, sur une superficie de plus de 770 kilomètres carrés; en voici la coupe N. E.-S. O. (fig. 38), à la hauteur de Zénica, donnée par la *Revue générale des sciences* du 30 mars 1900.

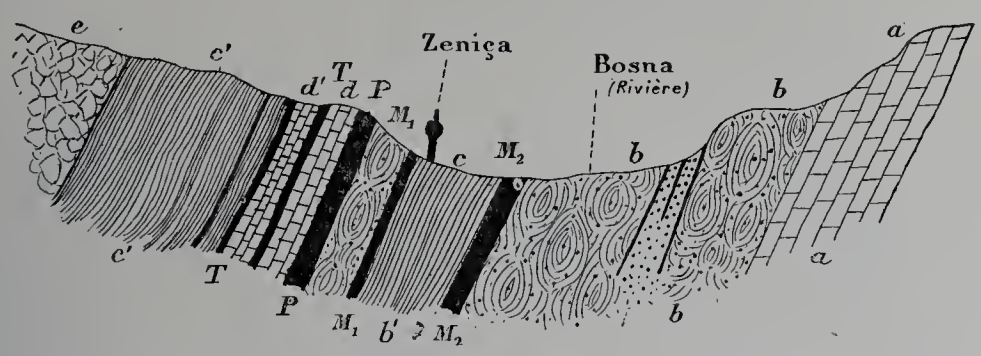


Fig. 38. — Coupe N. E.-S. O. du gisement de Zénica.

a = calcaires triasiques. — *b* = alternances de marnes, argiles, grès et conglomérats (500 mètres). — *c* = marne grise (110 mètres); *c'* = marne grise (200 mètres). — *d* = marne calcaire et argileuse (45 mètres); (*d'* = 10 mètres). — *e* = conglomérat calcaire avec lits de sables marneux à congéries (440 mètres).

M_1 = lignite (couche du mur n° 1), puissance.....	$1^m 50$
M_2 = lignite (couche du mur n° 2), puissance.....	8 00
P = lignite (couche principale), puissance.....	10 00
T = lignite (couches du toit), puissance.....	4 00

L'extraction est concentrée dans la couche principale qui forme deux bancs : le premier (de 3 m.) est séparé du banc inférieur (6 m. 50) par une intercalation schisteuse de 50 centimètres. On exploite par foudroyage, au moyen de pétards de dynamite disposés dans les étais qui soutiennent le toit. Avec cette méthode on consomme énormément de bois.

Les éboulements à la surface sont sans importance, en raison de la nature même de cette surface; mais, à l'intérieur, les vides laissés donnent lieu à des feux provenant de la combustion des schistes encaissants qui sont bitumineux.

Un quartier seulement de la mine est grisouteux; on y travaille avec des lampes de sûreté à fermeture magnétique et rallumage automatique.

Le charbon est lavé et trié dans un atelier datant de 1896; il comprend des cribles du système Oberegger à petites oscillations rotatives.

Le siège principal de l'exploitation est à Zénica, tout près de la gare. L'extraction se fait par un plan incliné d'une longueur de 200 mètres. L'épuisement est assuré par douze grandes pompes des systèmes Riedler et Worthington; cette dernière débitant 4 mètres cubes par minute, la première 3 mètres cubes.

L'aérage artificiel est fait par un ventilateur Cappel, de 2 mètres de diamètre, donnant à 280 tours par minute une dépression de 45 millimètres d'eau; il est muni d'un appareil de renversement décrit dans le *Génie civil* (1889, p. 352).

L'exploitation est rendue parfois assez difficile par les failles nombreuses et compli-

quées qui affectent le gîte, ainsi que l'indique le plan suivant (fig. 39) de la partie septentrionale de la mine[1].

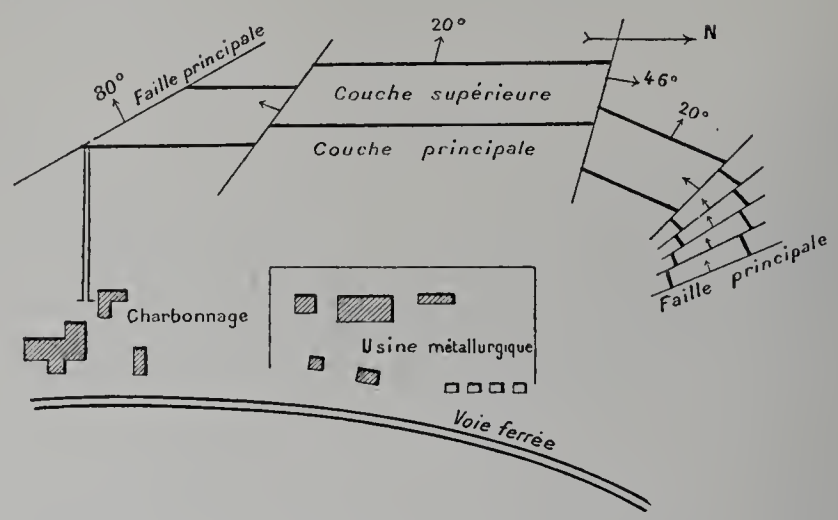


Fig. 39. — Plan général de l'exploitation à Zénica.

Le toit de la couche, qui est bon, se compose de calcaire en gros bancs; le mur, formé d'argile, est assez dur.

Le rendement par ouvrier du fond est d'environ 6 tonnes 1/2 par jour, et 1 tonne 200 par ouvrier du fond et du jour.

Le personnel comprend plus de 350 ouvriers, dont le salaire est, par piqueur, de 3 fr. 85 par jour et de 2 fr. 25 par ouvrier en général.

La journée est de huit heures au fond et de douze heures au jour, mais avec un travail effectif de neuf heures seulement.

En 1889, la production a été de 125,430 tonnes; le prix de vente, maintenu modéré par le Gouvernement, ne permet pas le remblayage, qui éviterait cependant les incendies contre lesquels on doit lutter par l'eau sous pression.

Outre la couche principale, 2 autres couches affleurent dans la vallée de la Bosna; on peut les suivre presque jusqu'à Sarajevo.

Le lignite de Zenica est assez apprécié malgré sa forte teneur en soufre (2 1/2 p. 100); il est noir, luisant; les dernières analyses auraient donné :

Eau hygrométrique	11.8 p. 100
Cendres	6.55
Pouvoir calorifique moyen	5,119 calories.

Mine de Kreka. — Le bassin de Tuzla n'est pas seulement salifère; il renferme aussi du lignite, dont la couche principale a 16 mètres de puissance. Cette couche ne présente pas les failles nombreuses de Zénica, mais seulement des flexions sans interruption complète; ce fait s'expliquerait, a-t-on dit, par la consistance du toit, formé ici

[1] Page 20 de la brochure Franz Pœch.

d'argile et de grès tendres au lieu des calcaires durs de Zénica. La couche appartient à l'époque tertiaire et le lignite a une composition variant de la façon suivante :

	p. 100.		p. 100.
Eau	9 à 22	Soufre	traces à 0.33
Cendres	5 8	Pouvoir calorifique	4.179 4.123

Le bassin de Tuzla occupe la plus grande partie de la vallée de Spréča; il s'étend sur une longueur de 66 kilomètres et couvre plus de 500 kilomètres carrés.

Le lignite est interstratifié dans les sables à congéries; il est plus récent que celui de Zénica et moins sulfureux; mais son pouvoir calorifique est moindre et il présente encore la structure du bois.

La couche a une inclinaison modérée : 15 à 20°. Commencée en 1885, l'exploitation se fit d'abord à ciel ouvert, puis par galerie, enfin par puits. Aujourd'hui on emploie la méthode verticale avec remblayage. La mine est éclairée à l'électricité depuis 1899; l'installation centrale d'électricité de la mine fournit aussi de la force aux fabriques de briques et aux salines voisines.

Le rendement a été l'an dernier de 4 tonnes par piqueur et de 1 tonne 800 par ouvrier du fond et du jour. Les salaires sont les mêmes qu'à Zénica. La production de 1899 s'est élevée à 171,546 tonnes, consommées surtout par les industries locales et les chemins de fer.

Institutions ouvrières de Kréka. — Des maisons d'ouvriers ont été installées au charbonnage de Kréka pour 120 familles. Le loyer est de 5 couronnes par famille, et de 2 couronnes par ouvrier célibataire. Des magasins de vivres livrent aux ouvriers leurs marchandises au prix de revient.

Pour rendre plus stable la population ouvrière, on a institué des primes, dont le montant est proportionnel à la durée des services. Les employés et les surveillants sont intéressés à la prospérité de l'affaire.

Une caisse de secours a été installée à Sarajevo en 1885. Les caisses de maladie ont la faveur des ouvriers, mais non celles de retraites, qui furent réorganisées en 1898; on ne rembourse plus, maintenant, les cotisations en cas de départ de l'ouvrier. Le montant des versements à la caisse centrale des pensions est de 8 p. 100 du salaire.

Les cotisations aux caisses de secours en cas de maladie s'élèvent à 2 1/2 p. 100 du salaire.

La caisse des pensions, à la fin de 1899, comprenait 2,090 membres adhérents et un capital de 285,816 couronnes.

Outre les deux grands gîtes de Zénica et de Kréka, on cite aussi ceux de Béjlina et de Banjaluka, où l'on a fait quelques travaux et où l'extraction est même commencée.

Fer. — Il est très abondant en Bosnie et exploité depuis la plus haute antiquité; mais son industrie est restée primitive jusqu'à l'occupation austro-hongroise. Les anciens

fourneaux appelés « majdan » étaient en argile (dimensions courantes : 5 mètres de hauteur et 1 mètre de diamètre). Il y avait encore en 1900 un majdan en activité près de Stari-Majdan, au nord-ouest de la Bosnie. En 1878, soixante des usines primitives marchaient encore et leurs produits, notamment les faulx bosniaques, étaient très estimés.

Les principaux gisements de Bosnie sont ceux de Ljubia et Stari-Majdan au nord-ouest, et de Fojnica et Kreševo, au centre du pays. Ils se présentent sous forme d'amas ou de couches, dans des schistes paléozoïques. A Fojnica, la couche a près de 30 mètres de puissance; elle renferme d'immenses excavations creusées autrefois par les propriétaires des majdan. Le minerai contient en moyenne de 54 à 59 p. 100 de fer, de 2.45 à 1.96 p. 100 d'alumine, de 5.01 à 3.84 p. 100 de silice et des traces de manganèse. Les minerais de Ljubia et de Stari-Majdan sont surtout des limonites, facilement exploitables à ciel ouvert. On attend, pour commencer leur extraction, l'achèvement de la voie ferrée (20 kilomètres) qui va relier ces gisements à la station de Prijedor.

Mais la mine de fer la plus importante de Bosnie est celle de Varès, dont on trouvera plus loin la monographie, à la suite de la description de l'exposition de la Société de Varès.

En Herzégovine, les gisements de fer reconnus jusqu'à ce jour ne sont pas exploitables.

Manganèse. — Il y a trois gisements de manganèse en Bosnie : Ćevljanović, à 26 kilomètres de Sarajevo; Vranjcovce, près de Varès, et Ivanska, au nord-ouest de Banjaluka; mais le gisement principal est celui de Cevljanović.

L'unique gîte manganésifère de l'Herzégovine se trouve près de Konjica.

Minerais d'or. — L'or existe non seulement dans les pyrites de Bakovici, mais aussi dans les tétraédrites de Maškara et de Kréšévo. Des échantillons de tétraédrites de Maškara figuraient à l'Exposition avec, sur un cartouche, l'analyse suivante :

	p. 100.		p. 100.
Manganèse	47.00	Alumine	2.76
Silice	12.18	Phosphore	0.07
Fer	5.30	Soufre	0.04

Or, jusqu'à 50 grammes à la tonne.

Enfin, des filons aurifères quartzeux ont été rencontrés près de Travnik, au mont Vilenica.

Les anciens travaux situés au sud-ouest de Bugojno ont été décrits par le baron H. Foullon (Vienne, 1892); il n'est pas douteux que l'or n'y ait été activement exploité autrefois.

Le Gouvernement a fait laver, en 1893, les sables aurifères de la Lašva, en aval de Travnik. Ces lavages auraient donné des teneurs variant de 0 gr. 03 à 1 gr. 05.

L'or se trouve également dans les alluvions des rivières Vrbas, Fojnica et Neretvica.

A Bakovici, à 5 kilomètres au sud-est de Fojnica, une société hongroise exploite deux filons de pyrite aurifère à gangue quartzeuse; l'extraction, en 1897, s'est élevée à 3,670 tonnes de minerai, qu'on voulut traiter par amalgamation dans une usine créée à cet effet; mais le traitement ne réussit pas, l'or étant trop chimiquement mêlé pour qu'un simple broyage permette l'amalgamation.

Des échantillons ont été envoyés à Paris, Bruxelles et Hambourg, pour l'étude d'une méthode rationnelle de traitement.

Plomb, zinc et argent. — Les filons de galène argentifère de Srbrenica (Bosnie orientale) furent exploités autrefois; ils traversent des trachytes et des schistes paléozoïques; plusieurs d'entre eux plongent verticalement et ont une longueur connue en direction atteignant 8 kilomètres; leur puissance est extrêmement variable, ainsi que la teneur en argent, qui peut aller jusqu'à 2 kilogrammes par tonne de galène concentrée à 60 p. 100.

Un filon de blende pure a été rencontré également à Srbenica: la Société *Bosnia* y fait faire actuellement des recherches.

Cuivre et mercure. — Un gisement de chalcopyrite riche à 4 p. 100 de cuivre se trouve près du lac de Jajcé (1,000 mètres d'altitude), à Sin-Jako, où elle est traitée dans une usine située à 600 mètres plus bas et reliée au gisement par des plans inclinés.

La pyrite est pauvre en cuivre et très riche en fer, aussi le traitement est-il difficile.

Le cuivre raffiné est vendu et travaillé sur place.

Les tétraédrites complexes de Maškara renferment aussi du mercure qu'on extrait dans un four à moufle; l'exploitation et le traitement sont encore rudimentaires; on met le cuivre gris en réserve en vue d'une extraction future de l'or et de l'argent.

Le cuivre gris existe aussi dans la région de Krešévo encore mal connue, malgré les explorations autrichiennes et celles de M. Falkner, un Français bien connu en Bosnie: aucune exploitation méthodique n'est encore installée à Krešévo.

La production annuelle de cuivre en Bosnie ne dépasse pas 200 tonnes.

Quant au mercure, on l'a trouvé sous forme de cinabre à Čémernica, près de Fojnica, et sur la Zeč-planina. La production annuelle en mercure est faible, 5 tonnes par an au maximum.

Antimoine. — Aux environs de Čémernica, à 3 kilom. 500 au nord-ouest de Fojnica, au centre de la Bosnie, se trouvent des mines d'antimoine, au voisinage de travaux saxons du moyen âge, qui avaient pour but la recherche, non de l'antimoine, mais de l'argent.

La stibine se trouve dans un filon quartzeux variant de 20 centimètres à 3 mètres de puissance, presque toujours imprégné de mouches de pyrite et de blende. Dès 1881,

la Société Bosnia entreprit des travaux de recherches qui furent arrêtés en 1892 par suite de l'avilissement soudain du prix de l'antimoine. Ces travaux n'ont pas été repris depuis.

Arsenic. — L'arsenic se trouve sous forme d'orpiment dans le gisement inexploité et assez considérable d'Hrmsa, près de Krešévo, et sous forme de réalgar à Srebrenik, à 20 kilomètres au nord-est de D. Tuzla.

Eaux minérales. — Elles sont peu connues et mal captées dans une simple vasque creusée dans le roc et protégée parfois seulement par un revêtement en bois contre les éboulements. Elles sont cependant fréquentées par les indigènes.

La source principale, la source du Gruber (arsenicale-ferrugineuse), est dans la partie orientale de la Bosnie, à Srebrenica; on en exporte plus de 200,000 bouteilles par an.

Une autre source très réputée, celle d'Ilidže, apparaît au bord du bassin tertiaire d'eau douce de Sarajevo, au pied des premiers coteaux de la chaîne bosniaque. Elle jaillit d'une faille verticale, dans un bassin de 5 mètres de diamètre, creusé dans des dépôts de calcite et d'aragonite s'étendant sur une surface de plus de 20 hectares. La température est de 55 degrés; le résidu fixe de 2 gr. 1/2 par litre comprend du bicarbonate de chaux et de magnésie, et du sulfate de soude; la source contient abondamment de l'acide carbonique libre et des traces d'acide sulfurique. Le débit est de 700 à 800 litres par minute.

Des mosaïques et des médailles prouvent que la source était connue des Romains et utilisée par eux. Elle est maintenant entourée d'un beau parc et d'hôtels modernes.

Les autres sources thermales connues sont celles de Banja, Olovo, Fojnica, etc.

Parmi les sources froides, qui sont toutes carbonatées, alcalines ou alcalino-terreuses avec acide carbonique libre, la plus fréquentée est celle de Kseljak (près de Visoko); elle émerge de la même faille que celle d'Ilidže et renferme 4 gr. 70 de résidu fixe plus 2 grammes d'acide carbonique par litre.

Des sources sulfatées et un peu arsenicales, appartenant à l'État, sont exploitées par lui à Srebrenica.

Produits divers.

Asbeste. — On en a trouvé en strates intercalées dans des grès bigarrés, à 20 kilomètres à l'ouest des gisements de fer de Stari-Majdan.

Asphalte. — L'asphalte est exploité par une maison autrichienne à Vrgorac, au voisinage de la frontière dalmate.

La magnésite a été trouvée à Žépéčé, mais n'est pas encore exploitée.

Des sables propres à la fabrication du verre existent en grandes masses dans le bassin

charbonneux de Tuzla, ainsi que près de Zénica, à proximité de gisements d'argile réfractaire.

La valeur totale des produits des mines et usines de Bosnie-Herzégovine a été estimée pour 1899 à 6,567,886 couronnes.

Le personnel employé était à cette époque de 50 ingénieurs, 53 maîtres-mineurs ou surveillants et plus de 5,000 ouvriers (5,109 au 1er janvier 1900).

Administration des mines.

L'administration minière de Bosnie-Herzégovine est réglée par la loi de 1881. La plupart des mines appartiennent à l'État et sont dirigées par le Gouvernement.

Le développement rapide de l'industrie en Bosnie-Herzégovine est une des grandes œuvres de l'Autriche dans ce pays.

Expositions particulières.

I. *Société anonyme des mines de fer de Varès.* — Son exposition comprenait la reproduction, en vraie grandeur, d'une galerie de mine avec wagonnet contenant des échantillons de trois sortes de minerais analysés, savoir :

1° *Sidérose :*

	p. 100.		p. 100.
Fer	40.00	Cuivre	0.05
Manganèse	10.00	Phosphore	0.20
Soufre	0.06	Résidus	13.00

2° *Limonite :*

Fer	45.00	Cuivre	0.05
Manganèse	5.80	Résidus	6.70
Soufre	0.30	Phosphore	néant.

3° *Hématite :*

Fer	50.00	Cuivre	0.05
Manganèse	2.75	Phosphore	0.06
Soufre	0.25	Résidus	13.00

La haute vallée de Stavnja, où se trouvent les gisements de fer de Varès, est formée d'un massif de calcaires triasiques percés de pointements plus anciens, dont les couches sont analogues à celles de Werfen.

C'est à la partie supérieure de l'étage qu'apparaissent les minerais de fer, dont les affleurements dessinent un arc très ouvert, qu'on peut suivre sur plus de 4 kilomètres. Depuis la Saska jusqu'à la rivière de Prziči, le gîte présente une série de renflements et d'étranglements; il comprend quatre lentilles principales. La masse est constituée essentiellement par de la sidérose, transformée en grande partie, soit en oligiste, soit en

hématite, rouge ou brune; l'exploitation actuelle s'y porte de préférence, laissant les carbonates comme réserve.

L'extraction se fait par quatre sièges : Prziči, Brézik, Droškovac et Smereka. Elle a lieu presque exclusivement à ciel ouvert. A Smereka, la puissance de l'amas varie de 60 à 100 mètres. Le tonnage aujourd'hui reconnu a été évalué à 10 millions de tonnes pour les quatre sièges. La production moyenne journalière varie de 6 à 7 tonnes par ouvrier du fond et de 0 t. 80 à 1 tonne par ouvrier du fond et du jour.

La production totale, en 1899, a été de 130,000 tonnes, dont 80,000 seulement ont été passées aux hauts fourneaux situés au pied du grand plan incliné de 700 mètres de long (hauteur : 250 mètres) qui amène les minerais de Brézik et de Prziči. L'usine comprend, outre les hauts fourneaux, plusieurs fours de calcination; elle est reliée à Droškovac et Smereka par des lignes ferrées à voie de 55 centimètres. Le combustible consommé par l'usine est le charbon de bois provenant des grandes forêts de hêtre de l'État.

La Société de Varès a pour principal associé le Gouvernement.

II. *Société Bosnia,* fondée à Vienne, par le Gouvernement, pour l'exploitation des mines de Bosnie.

Ses envois comprenaient :

1° Des échantillons des minerais manganésifères de Vogošca. Cette localité est réunie par un chemin de fer de 22 kilomètres à la ligne qui suit la belle vallée de la Ljubinia.

Le minerai se présente en lentilles horizontales et aplaties, de 0 m. 50 à 2 mètres d'épaisseur, très nombreuses, et dont l'ensemble a plus de 100 mètres de puissance. Les lentilles sont intercalées dans des argiles bariolées, crétacées ou éocènes. Le gîte, surmonté de grès quartzeux, repose sur des calcaires triasiques. Le minerai est formé surtout de psilomélane, dont la composition varie dans les limites suivantes :

	p. 100.			p. 100.
Manganèse	46.00 à 50.00		Alumine	0.90 à 2.76
Silice	11.48 12.38		Soufre	0.94
Fer	3.53 5.30		Phosphore	0.07

Les deux sièges d'extraction sont ceux de Grk et de Draževik.

A Grk, l'extraction, faite d'abord à ciel ouvert, a lieu aujourd'hui par un puits de 60 mètres de profondeur.

A Draževik, on exploite en partie à ciel ouvert, en partie par galeries.

La préparation mécanique du minerai est opérée dans un atelier actionné par une turbine de 35 chevaux. Elle consiste en un débourbage au trommel, qui élimine l'argile, et, pour les minerais impurs, en un débourbage suivi d'un broyage et d'une classification en bacs.

La production, en 1899, a été de 5,000 tonnes de première qualité et de 2,500 tonnes de seconde. L'une donne environ 45 p. 100 de manganèse, l'autre 30 p. 100.

2° Des échantillons de cuivres gris de Sinjako, accompagnés de plaques de cuivre raffiné. Une pancarte donnait l'analyse suivante pour les cuivres gris :

	p. 100.		p. 100.
Cuivre	38.40	Or	0.005
Antimoine	27.43	Fer	2.80
Mercure	7.58	Étain	0.72
Argent	0.1512	Soufre	21.62

3° Des fers chromés de Dubostica, aux environs de Varès. On les trouve dans des serpentines en poches irrégulières, dérangées par des failles.

L'analyse qui accompagnait les échantillons indiquait :

	p. 100.		p. 100.
Oxyde de chrome	50.26	Magnésie	9.95
Alumine	9.34	Chaux	2.59
Oxyde de fer	22.92	Silice	3.80
Oxyde de manganèse	0.80		

L'olivine mêlée au fer chromé oblige à une préparation mécanique sur place. Depuis 1882, on a extrait de Dubostica 18,000 tonnes de fer chromé. Le gisement paraît épuisé, et actuellement l'exploitation est arrêtée.

La presque totalité du tonnage extrait est exportée en Autriche-Hongrie; une partie, cependant, a été livrée pendant quelque temps à une aciérie française du bassin de la Loire.

BULGARIE.

L'exposition minière bulgare se trouvait dans le pavillon de la Principauté (allée des Nations). Elle comprenait surtout des envois de l'État, complétés par une notice relative à la Classe 63 et publiée par le Commissariat général bulgare.

La section des mines du Ministère du commerce et de l'agriculture avait exposé :

I. Des échantillons :

1° de lignite : de Bobovdol, Karnoule, Brestovitza et Kokardja;

2° de briquettes de la mine d'État de Pernik, avec des photographies et des plans de cette mine;

3° de houille de Béla, Tryavna et Kalpazan (Gabrovo);

4° d'anthracite de Boudouchnost (arrondissement d'Iskretz);

5° de graphite de Bistritza (Doubnitza).

II. De nombreux échantillons de minerais métalliques divers, savoir :

1° magnétites de Milkovtsi (Trn) et de Srem (Kizilagatch);

2° hématites rouges de Krémikovtsi (Sofia) et de Sajdenik (Kustendil);

3° pyrolusites de Rousslar et Kouroukeni (Varna);

4° galènes de Mossoul, Ossogovska-Planina, Eny-Mahlé (Yambol) et Milkovtsi (Trn);

5° cuprites de Gorno-Alexandrovo et de Plakalnitz (Vratza);
6° chalcopyrites de Milkovtsi (Trn) et de Kara-Baïr (Bourgas).

III. Des blocs de matériaux de construction :

1° granits de Kalougherovo (Plovdiv);
2° serpentines de Marcovo (Plovdiv);
3° syénites de Pantchérévo (Sofia);
4° marbres de Bélovo, Berkovitza et Pérouchtitsa;
5° calcaires de Vrabechnitsa (Vratza) et de Pyrgos (Bourgas).

IV. Enfin des bouteilles d'eau minérale de la source de Méritchléri (Tchirpan).

Comme expositions particulières récompensées, nous avons retenu celles de :
1° Havtcheff, à Tirnovo (échantillons de houille);
2° Georges Popoff (pierres lithographiques, petites, mais à grain fin);
3° Slavi-Slavof, à Kazanlik (échantillons de lignite de Haïn-Bouaz et de marbre de la carrière Bozloudja).

Nous allons résumer les pages les plus intéressantes de la brochure du Commissariat bulgare et les compléter par les quelques renseignements fournis par M. Chauveau sur la mine du prince Boris (charbonnages des Balkans).

Le service des mines, en Bulgarie, dépend du Ministère du commerce et de l'agriculture, dont il forme une section spéciale depuis 1890. Au-dessus de la section des mines est placé un Conseil des mines, qui décide en dernier ressort des questions de l'industrie minérale. Ce conseil est présidé par le Ministre du commerce et de l'agriculture.

L'étude géologique minutieuse de la Principauté n'est pas encore faite; voici un très bref résumé des connaissances actuelles, d'après les plus récents documents exposés.

Les monts Vitocha, Rila, Rhodopes, Sredna-Gora, Sakar-Planina, une partie du Balkan ouest, et le mont Lulin, sont formés surtout de roches éruptives : syénites, granits, diorites, andésites, gneiss et schistes cristallins.

Le terrain permien existe dans le défilé de l'Iskar; le trias dans tout le Balkan, à Kolo-Bardo et en partie à Kolouch; le lias à Belogradtchik, Teteven, et dans les Balkans de Gabrovo et de Trevna. La formation jurassique apparaît le plus souvent au nord du Balkan et rarement au sud, ainsi que la craie, qui est très abondante; le terrain tertiaire se trouve dans une langue de terre près du Danube, entre de Plevna et Vidin; il affleure également près de Varna et de Baltchik, dans les vallées de Pernik, de Bobov-Dol, de Haskovo-Kokardja et au défilé de Haïn-Bouaz.

Historique des recherches et exploitations.

Les gisements métalliques bulgares (fig. 40) ont été exploités déjà du temps des Romains et semblent avoir été repris au XIVe siècle par les Saxons; pour des causes

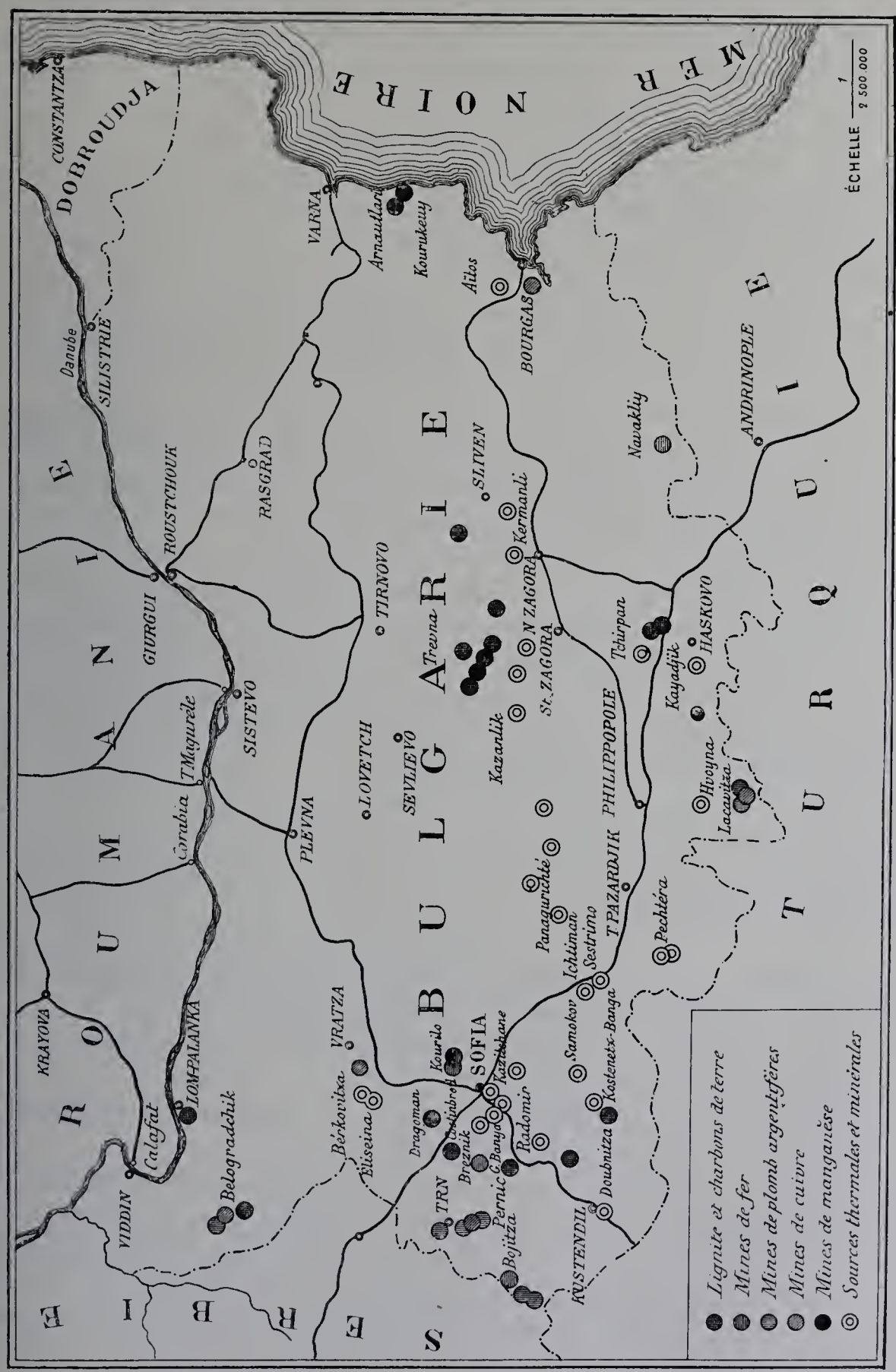


Fig. 40 — Carte minière de la Bulgarie.

IMPRIMERIE NATIONALE.

non encore bien connues ils furent ensuite abandonnés jusqu'à ces dernières années. Il est probable que l'abandon est dû à l'insuffisance des méthodes anciennes de traitement. Les scories trouvées dans les déblais montrent, en effet, qu'elles sont encore riches en matières utiles.

Sous la domination turque, l'industrie minière n'existait pas, sauf à Samokof, où l'on produisait du fer impur, de temps immémorial. Le fer était retiré de la magnétite provenant de la désagrégation naturelle des syénites du Vitosch; les minerais étaient réduits par le charbon de bois, dans de gros fourneaux appelés *pots,* analogues aux fours catalans. Cette exploitation dura jusqu'à la guerre russo-turque; puis, l'ouverture des voies ferrées et le développement de l'industrie étrangère amenèrent une baisse rapide du prix du fer sur le marché national bulgare et on dut arrêter l'extraction.

Après la proclamation de l'indépendance bulgare, en 1878, l'exploitation des gisements recommença par l'ouverture de la mine de lignite de Mochino, à 27 kilomètres de Sofia. Cette mine a été en activité jusqu'en 1891; elle fournissait un lignite de bonne qualité, dont la production totale (105,000 tonnes) fut consommée exclusivement par la ville de Sofia et par le chemin de fer de l'État (Tsaribrod-Sofia-Bélovo).

En 1891, l'État ouvrit la mine de Pernik, située dans le même bassin, à 7 kilomètres de Mochino. C'est vers cette époque que commencèrent les quelques travaux de prospection entrepris, soit par l'État, soit par des particuliers, après la promulgation de la loi sur les mines en 1892. Cette loi est reproduite *in extenso,* ainsi que la loi sur l'exploitation des carrières, dans la brochure de l'ingénieur Sadakof, directeur des mines de Pernik, brochure publiée à l'occasion de l'Exposition.

Avant la loi de 1892, on était sous le régime turc, pendant lequel il n'a été concédé que quelques permis de recherches.

Depuis 1892, les droits des prospecteurs sont réservés, et des permis de recherches sont délivrés pour deux ans.

Gisements. — Voici les principaux gisements miniers connus en 1900 et dont les échantillons de minerais étaient exposés au pavillon bulgare :

Graphite. — Près du village de Bistritza (Doubnitza), dans des schistes anciens.

Le gisement n'est pas encore reconnu.

Naphtoschistes. — Ces schistes affleurent dans les arrondissements de Breznik, Plovdiv, Sliven, mais aucun n'a encore été étudié.

Anthracite. — Il se rencontre surtout dans l'arrondissement de Ikretz (département de Sofia), traversé par la ligne de chemin de fer Sofia-Varna; il se trouve dans le permo-carbonifère, très disloqué à cet endroit. On a délivré déjà un certain nombre de permis de recherches pour l'étude de ces gisements; ils ont abouti à l'octroi de la concession *Espérance* à l'ingénieur des mines Petko-Todorof, pour l'exploitation d'une couche d'anthracite de 2 mètres à 2 m. 70 de puissance avec direction S. O.-N. E. et une inclinaison de 34 degrés.

Voici l'analyse de cet anthracite :

	p. 100.		p. 100.
Eau	5.60	Carbone fixe	81.01
Cendres	9.82	Matières volatiles	3.57

Pouvoir calorifique..... 6,580 calories.

Houille. — Près de Bélogratchik (Vidin) il existe une couche de 50 centimètres, inexploitée et peu reconnue.

A Kostenetz (Sofia), la couche est également à peine reconnue; la houille y semble de meilleure qualité qu'à Bélogratchik.

A Béla, le gîte paraît être le prolongement de celui de Trevna.

A Slivnitza, un gisement de charbon à coke à 23 p. 100 de cendres et 8.34 p. 100 de soufre, non exploité encore, a été concédé à M. Achtarof, avocat à Trn.

Mais les vrais dépôts houillers de la Principauté se trouvent dans les Balkans, à Gabrovo et surtout à Trevna, où ils étaient déjà exploités avant la guerre russo-turque et jusqu'en 1892; ils donnent un charbon à coke. Ces gisements, malheureusement, sont très irréguliers.

Une partie du bassin, celle de Belnovrh, est réservée à l'État par la loi sur les mines de 1892.

Voici l'analyse du charbon de Belnovrh donnée par M. Sadakof :

	p. 100.		p. 100.
Eau	2.24	Carbone fixe	54.39
Cendres	2.47	Matière volatiles	40.90

Pouvoir calorifique..... 6,095 calories.

Outre le bassin réservé à l'État, le gisement comprend les deux bassins de Kalpazan et « Prince Boris »; enfin deux demandes sont en instance pour des affleurements voisins des villages de Stovetzi et de Radevtzi (Balkan de Trevna).

La concession de Kalpazan, donnée à M. Karaguiosof, de Gabrovo, se trouve à Totchila (Gabrovo) et renferme du charbon dont l'analyse a donné :

	p. 100.		p. 100.
Eau	1.31	Carbone fixe	58.07
Cendres	13.10	Matières volatiles	27.52

Pouvoir calorifique..... 5,500 calories.

La concession « Prince Boris » appartient à un Français, M. Auguste de Serres; le charbon y est déposé en couches et en lentilles.

M. de Serres, pour exploiter ce gisement, va construire un chemin de fer à voie étroite, long de 55 kilomètres, destiné à raccorder la concession avec les chemins de fer de l'État à la gare de Tirnovo.

Le gisement comprend un faisceau de trois couches et deux de deux couches; la

puissance en charbon varie dans le groupe Amélie (premier faisceau, le plus important) de 1 à 17 mètres.

Les affleurements s'étendent sur les flancs de la montagne de Bolgarka, dans la chaîne des Balkans, à 10 kilomètres au sud de la petite ville de Trevna.

Ils sont à des cotes variant de 770 à 1,250 mètres, et le pied de la montagne est à l'altitude de 680 mètres. L'exploitation pourra donc, pendant longtemps encore, se faire par galeries débouchant au jour.

Voici un tableau donnant les analyses faites sur divers échantillons :

	p. 100.								
Matières volatiles.	37.75	35.00	34.75	36.25	36.00	34.00	37.00	36.50	38.00
Cendres.....	1.00	1.80	3.00	3.40	3.80	5.00	5.00	5.00	6.10
Carbone fixe....	61.25	63.20	62.25	60.35	60.20	61.00	58.00	58.50	55.90
Soufre.....	//	//	//	1.65	//	//	1.58	//	//

Pouvoir calorifique, environ..... 6,000 calories.

Le combustible de la concession « Prince Boris » est propre à la fabrication du gaz et du coke. Il est vendu à Sofia.

Lignites. — Ils sont de qualités très variables, depuis les plus pures jusqu'aux plus terreuses.

Le gisement le plus important est celui du bassin tertiaire de Pernik-Mochino-Vladaya, réservé à l'État par la loi de 1892 (100 kilomètres carrés de superficie). La mine de Pernik se trouve au S.E. de Sofia, à 29 kilomètres de la ville. Le charbon qu'elle produit se délite facilement à l'air et, mis en tas, s'enflamme assez rapidement. Il est employé par les chemins de fer, les diverses industries et le chauffage domestique. Le tout-venant a donné à l'analyse :

	p. 100.		p. 100.
Eau.....	14.30	Carbone fixe.....	37.36
Cendres.....	15.24	Matières volatiles.....	33.10

Pouvoir calorifique..... 4,300 calories.

La mine de Pernik a été ouverte en août 1896; elle comprend trois couches principales, dont la plus épaisse est la plus impure.

Le bassin tertiaire de Pernik avait été étudié par le Gouvernement turc lors du tracé de la ligne de chemin de fer Sofia-Salonique. Après la proclamation de l'indépendance bulgare en 1878, l'extraction commença, mais elle fut irrégulière jusqu'en 1884, époque à laquelle le Gouvernement concéda la mine à la Société de Mochino pour une période de quinze ans, moyennant une redevance de 4 fr. 05 par tonne vendue. L'État bulgare ne commença lui-même l'exploitation de Pernik qu'en 1891, lorsque la mine de Mochino ne suffit plus à la consommation. On exploite actuellement par piliers longs avec foudroyage pour la deuxième couche et remblayage partiel pour la couche inférieure, dont l'aménagement est plus récent. L'aérage est naturel.

Le criblage mécanique divise le charbon en trois grosseurs : la première au-dessus de 25 millimètres, la deuxième de 10 à 25 millimètres, la troisième forme les menus (au-dessous de 10 millimètres). Les cribles sont actionnés par un moteur de 35 chevaux.

Un lavoir, installé par la maison Biétrix, de Saint-Étienne, sert au lavage des menus pour la fabrication des briquettes, dont les dimensions sont 22/11/9 et le poids 3 kilogrammes.

On les fabrique à la presse Couffinhal, dont le moteur fait tourner, la nuit, une dynamo donnant un courant continu à 150 volts, qui alimente 15 lampes à arc et 500 lampes à incandescence pour l'éclairage des ateliers et des habitations du personnel.

L'exploitation de la mine est confiée à des Bulgares, à l'exception d'un ingénieur étranger.

Les travaux sont conduits à deux postes, l'un de jour (6 heures matin à 6 heures soir), l'autre de nuit (6 heures soir à 6 heures matin), avec un repos de deux heures par poste.

Moyenne des salaires journaliers en 1898 : 1 fr. 515.

Institutions ouvrières. — Quelques ouvriers sont logés gratuitement, et alors éclairés et chauffés; les autres reçoivent 400 kilogrammes de charbon par mois en hiver et 200 kilogrammes en été, à condition qu'ils fournissent un travail régulier d'au moins quatre mois; l'indemnité est perdue après une absence illégale ou une amende; mais l'ouvrier peut se racheter par son assiduité.

Les soins médicaux sont gratuits et il y a un hôpital de 10 lits. Tout ouvrier victime d'un accident le rendant invalide a droit à une pension, reportée sur ses héritiers si l'accident est suivi de mort. Les ouvriers font en général partie des grandes communautés de familles appelées *Zadrouga,* dont le chef envoie travailler à la mine ceux de ses membres qu'il ne juge pas nécessaires aux travaux des champs. Le mineur doit rapporter au chef de la Zadrouga tout son salaire. Le mineur gagnant plus que l'homme des champs, les chefs de Zadrouga préfèrent louer des ouvriers étrangers pour les travaux agricoles et envoyer les membres de leur famille à la mine. L'inconvénient du régime de la Zadrouga est que l'ouvrier ayant son existence assurée par sa communauté, à laquelle il doit, de plus, rapporter tout le prix de son travail, quitte la mine au moindre motif. Ainsi, en 1898, la moyenne des ouvriers inscrits sur le registre d'exploitation a été de 955, et les moyennes de présences journalières de 452 seulement. Enfin, l'ouvrier travaille de façon à ne pas dépasser le gain moyen qu'il doit rapporter.

Extraction. — Le tonnage retiré en 1898 a été de 100,632 tonnes avec une production moyenne journalière, par piqueur, de 3 t. 180; par ouvrier du fond et du jour, de 0 t. 820.

Nous donnons, dans le tableau suivant, la production du charbon depuis 1891 jusqu'à 1899 :

	PRODUCTION.	VENTE.
	tonnes.	tonnes.
1891	8,429	6,710
1892	27,956	17,812
1893	40,194	28,337
1894	54,647	48,679
1895	59,585	56,463
1896	73,310	59,576
1897	77,935	58,927
1898	100,632	92,017
1899	101,051	91,405

La différence entre la production et la vente provient de l'inégalité des demandes et de la difficulté d'écouler les charbons de la deuxième et de la troisième qualité.

La mine est réunie aux voies ferrées de l'État bulgare par un embranchement de 1 kilom. 800 aboutissant à la gare de Pernik (ligne Sofia-Radomir).

Après celui de Pernik, il faut citer le bassin tertiaire de Bobov-Dol, également réservé à l'État. On y a reconnu six couches exploitables, variant de 1 m. 50 à 4 mètres de puissance. Leur exploitation a été commencée en 1891; mais elle n'est plus active à cause du manque de voies de communications, et la mine ne fournit que le charbon consommé dans la région, soit 2,000 tonnes par an.

Le lignite produit a donné à l'analyse :

	p. 100.		p. 100.
Eau	9.98	Carbone fixe	44.21
Cendres	5.28	Matières volatiles	40.53

Les autres gisements de lignite, moins importants, comprennent ceux de :

1° Brestovo (1 m. 20 d'épaisseur; à l'étude);

2° Toudène et Karnoul (encore mal reconnus);

3° Kayadjik et Kokardja, près de la ligne Plovdiv-Bourgas, concédés à MM. Nicolaef et Vassilef (puissance : 1 m. 25);

4° Lom Palanka (concession Folesco, au bord du Danube).

Analyse :

	p. 100.		p. 100.
Eau	13.64	Carbone fixe	29.79
Cendres	16.11	Matières volatiles	40.46

Pouvoir calorifique..... 4,050 calories.

Minerais de fer. — 1° *Magnétite.* — On la trouve en masses compactes à Srem, à 40 kilomètres du chemin de fer Yambol-Bourgas (gisement prospecté, mais non reconnu complètement), et à Bogitza;

2° *Hématites rouges* de la concession de Breznik (Sofia) à M. Stéphane Siméonof. Les minerais de Breznik, de richesse variable, ont donné en moyenne :

	p. 100.		p. 100.
Oxyde de fer	74.70	Alumine	1.20
Gangue insoluble dans l'acide chlorhydrique	18.65	Perte par calcination	5.84
		Soufre	traces.

Des hématites ont été reconnues également à Kremikovtzy, dont un échantillon a donné à l'analyse :

Fer ..... 60.75 p. 100.

M. Kanef en a demandé la concession.

Enfin un dernier gisement d'hématite a été signalé à Troyan.

Minerais de manganèse. — Ils affleurent au bord de la mer, dans l'arrondissement de Varna, près de Kourou-Keuï, où ils forment une couche de direction S. E.-N. O., inclinée de 50 à 60 degrés et ayant jusqu'à 39 p. 100 de manganèse. Ce gisement vient d'être concédé partiellement à M. Yvan Lilof, de Sofia.

Minerais de cuivre. — Ils sont encore peu connus; de vieux travaux montrent qu'ils ont été exploités à l'époque romaine, notamment à Kara-Baïr où la chalcopyrite forme un gisement proche du port de Bourgas et actuellement à l'étude.

Les gîtes cuivreux de Plakal-Nitza ont été concédés à MM. Wheeler et Krskief.

La chalcopyrite et la malachite y sont enclavées dans des calcaires dolomitiques et argileux de la base du trias.

D'autres gisements ont été signalés, mais non encore reconnus, à Belogradchik et à Milkiovtzy (deux filons : l'un quartzeux, de 0 m. 15 d'épaisseur; l'autre, à gangue baryteuse, de 0 m. 10 de chalcopyrite).

Minerais de plomb. — Ils existent surtout dans le Rhodope (Plovdiv) et sont réservés à l'État par la loi de 1892. Ce sont des filons de galène argentifère mélangée parfois de chalcopyrite et de blende : ils ont été peu étudiés et se trouvent loin de toute voie de communication.

Les mines de Milkiovtzy et Éroul (Trn) ont été concédées partiellement à M. Achtarof, avocat à Trn. On y a reconnu un filon de galène de 0 m. 30 d'épaisseur moyenne, accompagné parfois de malachite et d'azurite.

L'analyse d'un échantillon a donné 43.6 p. 100 de plomb avec 13 g. 2 d'argent à la tonne. L'exploitation n'est pas commencée.

A Bari, on a signalé de la galène à peu près pure.

Minerais d'or. — On n'a pas trouvé de filons, mais des sables aurifères dans les arrondissements de Kustendil, Berkovitza, Kazanlik et dans les environs de la ville de Zlatitza, dont le nom signifie pièce d'or. Mais les lavages, peu rémunérateurs, ont été presque abandonnés. De récentes études ont montré que ces sables ne sont pas industriellement exploitables.

Minerais de chrome. — On a découvert du fer chromé dans les serpentines de l'arrondissement de Plovdiv pour lequel un permis de recherches a été délivré.

Rutile. — On a signalé le rutile à Koprivchtitza. Un permis de recherches a été également délivré.

Pyrite de fer. — Elle est très abondante en Bulgarie, surtout au Balkan d'Étropol, à Glojéné et à Klissoura; mais aucun de ces gisements n'a été étudié.

Gypse. — Il a été exploité à Radnemahle d'où on le transportait au village de Bélovo (ligne de Plovdiv-Bourgas).

Carrières. — Elles sont nombreuses dans les régions montagneuses du pays et exploitées en grand, mais un peu au hasard, sans études préliminaires. On ignore le cube des matériaux extraits, faute de contrôle; un projet de loi pour l'organisation de ce contrôle va être déposé.

On a évalué en gros la production de 1899 à 1 million de mètres cubes de pierres à bâtir.

On exploite en outre des calcaires argileux près de Sofia et de l'argile réfractaire (fabrique Isida, ligne Sofia-Belovo).

L'argile de Torlak est exportée en partie en Roumanie. A 25 kilomètres de Sofia, la pierre lithographique commence à être exploitée à Négouchévo.

Marbres. — Les plus beaux sont ceux de Berkovitza, de grain fin et de couleurs variées, malheureusement loin du chemin de fer et par suite inexploités. Ils sont plus appréciés cependant que ceux extraits à Belovo dont le grain, très gros, renferme des impuretés.

Enfin, les *sables quartzeux* de Guebedje, autrefois utilisés par des verreries indigènes, sont exportés actuellement en Roumanie, et les belles *serpentines* de Plovdiv sont utilisées pour l'ornementation.

Sources minérales et thermales. — Elles sont particulièrement abondantes et riches, et il est regrettable que, depuis l'indépendance du pays, on n'ait pas amélioré les bains construits par les Turcs et même par les Romains. Toutes les sources appartiennent à l'État, qui en a rétrocédé une partie aux départements ou aux communes.

En 1900, on connaît 154 sources, réparties surtout dans les départements suivants :

Sofia. — Ce département renferme 23 sources, dont la plus chaude est celle de Dolnya-Banya (61 degrés) et la plus froide celle de Klanitza (15 degrés). La ville de Sofia elle-même possède une source thermale à 48 degrés, dont le débit est, par minute, de 180 litres d'eau sulfureuse, se déversant dans un vieil établissement turc fort mal entretenu.

Les principales sources du département sont celles de :

1° Knyajévo à 8 kilomètres de la capitale et reliée à elle par un tramway électrique : eau peu minéralisée dont la température est de 33 degrés;

2° Gornya-Banya, reliée à Sofia par un chemin de fer; température : 45 degrés;

3° Banki, à 18 kilomètres de Sofia; 28 degrés;

4° Beltchin : eau sulfureuse à 39 degrés.

Département de Tatar-Pzardjik. — Il a 35 sources, dont les plus importantes sont celles de Tchépino.

La vallée de Tchépino renferme 18 sources sulfureuses de 28 à 56 degrés; elle est située au centre même des Rhodopes, dans une situation fort pittoresque et dans un pays très boisé.

Département de Plovdiv. — On y connaît 19 sources, dont les principales sont celles de Hissar, à 43 kilomètres au nord de la ville de Plovdiv, à laquelle les bains sont reliés par une belle chaussée.

L'établissement a été construit au temps de Trajan.

Les sources sont peu minéralisées mais légèrement gazeuses.

Département de Sliven. — Le captage principal est celui de Nalbantlary; il a été fait par la section officielle des mines et réunit quatre sources sulfureuses en une seule, donnant 500 litres d'eau à 44 degrés. Ces bains sont fréquentés par les Turcs et les Roumains.

Département de Koustindil. — Les sources, nombreuses (surtout à Kinarlik), sont concédées à la municipalité : eaux sulfureuses de 60 à 80 degrés.

C'est dans ce département que se trouve la source thermale dont la température est la plus élevée (81 degrés).

Département de Bourgas. — Ses nombreuses sources sont abandonnées, sauf celle de Aitoschki, à Ladja-Keuï : eau sulfureuse à 40 degrés.

Département de Stora-Zagora. — Les sources y sont nombreuses; la plus importante est celle de Méritchléri, dont l'analyse, faite en 1899, au laboratoire de la Direction sanitaire, a donné les résultats suivants :

		p. 100.		p. 100.
Sulfate de soude		2.25	Bromite de soude	0.002
Bicarbonate de soude		2.23	Iodite de soude	0.00007
Chlorite de soude		1.12	Phosphate de soude	0.00009
Bicarbonate	de lithine	0.005	Arséniate de soude	0.00006
	de chaux	0,018	Nitrate de soude	0.0049
	de strontiane	0.009	Borate de soude	0.007
	de magnésie	0.05	Silice	0.100
Oxyde	de fer	0.002	Acide carbonique libre	0.257
	de manganèse	0.0001		
Sulfate de potasse		0.66	TOTAL	6 p. 100 env.

Ces eaux ont été captées par l'État qui les mettra en concession.

Département de Haskovo. — Il a 16 sources alcalines, dont 5 forment presque une rivière (température 50 degrés) près des villages de Brestovo, Soussane et Bounovo.

Département de Lompalanka. — Une seule source est utilisée : celle de Varschetz (alcalino-sulfureuse, à 36 degrés).

Législation minière. — Voici les principales dispositions de la loi de 1892 :

Les minerais sont la propriété exclusive de l'État.

Les droits de recherche et d'exploitation s'étendent en ligne verticale, jusqu'à une profondeur variable au-dessous de la superficie. Différentes personnes peuvent obtenir l'autorisation d'exploiter divers minerais sur la même verticale.

Le lavage de l'or dans le sable des rivières n'est pas compté comme exploitation minière; il est autorisé par permis du préfet, après payement d'une patente annuelle de 5 francs par personne et par département.

Nul ne peut faire des travaux de recherches sans être muni d'un permis dont la demande doit être accompagnée d'une garantie. Sa durée est d'une année, mais ce délai est renouvelable.

On peut donner plusieurs permis de recherches pour un même gisement à diverses personnes. Le droit exclusif (en périmètre fermé, dont la superficie maxima est de 800 hectares) est donné au premier demandeur, moyennant le payement annuel de 0 fr. 10 par hectare.

Lorsqu'il y a plusieurs demandeurs d'un même périmètre, si les pétitionnaires ne peuvent s'entendre, le périmètre leur est adjugé en bloc.

Pour obtenir deux périmètres, il faut que leur distance soit d'au moins 5 kilomètres. Les travaux doivent commencer dans les six mois et ne pas être suspendus plus de six mois, à peine de déchéance.

Le délai de recherche est de deux ans, délai pendant lequel le titulaire du permis doit demander une concession, sous peine de déchéance.

En cas de déchéance, le Ministre des finances décide si le périmètre doit être conservé à l'État ou cédé à nouveau.

Le droit d'exploiter est donné sur demande spéciale de concession. Un droit de préférence est réservé au prospecteur; la concession est donnée en bloc à plusieurs pétitionnaires n'ayant pu se mettre d'accord.

Une concession doit avoir la forme d'un rectangle, une superficie minima de 24 hectares et maxima de 500 hectares, avec petit côté du rectangle supérieur ou égal au quart du plus grand. Cette forme peut être modifiée par le Gouvernement.

La concession est donnée, après examen d'experts nommés par l'administration des mines aux frais du demandeur, par le Conseil des ministres, pour quatre-vingt-dix-neuf ans.

Le concessionnaire, jusqu'à l'expiration de son droit (99 ans), peut transmettre sa concession, selon la loi générale sur les immeubles, mais la mine ne peut être divisée sans l'autorisation du Ministre des finances, qui, de même, peut autoriser la réunion de plusieurs concessions.

Le concessionnaire pour l'extraction d'un minerai a la préférence pour obtenir la concession d'un autre minerai d'une même mine.

Le Ministre des finances a droit de limitation sur le tonnage d'extraction et sur les prix de vente.

Fig. 41. — Carte minière chinoise de la province du Fou-Kien.

C. F. E.

Tout concessionnaire doit à l'État un impôt fixe, payable d'avance, et un impôt proportionnel. L'impôt fixe est de 3 francs par hectare pour le fer et la houille, 4 francs pour les autres minerais. L'impôt proportionnel est de 5 p. 100 du revenu net au maximum. Sa valeur est fixée dans les conditions de concession. La houille brûlée par le concessionnaire pour les besoins de la mine n'est pas taxée.

Un retard de trois mois dans le payement peut entraîner la déchéance.

On ne peut faire de travaux à moins de 50 mètres des habitations, sauf dans des cas spéciaux et après approbation de l'administration.

Lorsqu'un propriétaire refuse de laisser exploiter sur ses propres terres, l'administration procède à une expropriation; l'indemnité allouée est fixée par les tribunaux.

Si l'exploitation rend les terrains impropres à la culture, le propriétaire peut en exiger l'acquisition par le concessionnaire au bout d'une année de prise de possession.

Les matériaux ressortant des carrières trouvées dans une concession ne peuvent être employés par le concessionnaire que dans la limite de ses besoins.

On doit réserver autour de chaque périmètre de deux mines voisines un massif d'invétison de 10 mètres d'épaisseur.

La concession, en cas d'inobservance des règlements, peut être retirée par le Ministre des finances; celui-ci fait en outre surveiller les exploitations au point de vue de la sécurité et de la bonne exploitation.

Le pays est divisé en trois circonscriptions minières confiées chacune à un ingénieur des mines.

Le concessionnaire est civilement responsable des accidents d'exploitation causés par inobservance des règles administratives.

Loi sur les carrières. — La distinction entre les carrières et les mines est faite par le Ministre des finances, après avis de la Direction des mines.

La pyrite de fer rentre dans la catégorie des carrières.

Les carrières sont exploitées par les propriétaires du sol ou avec leur consentement; sans leur consentement, sur l'ordre du Gouvernement qui fixe alors une indemnité, lorsque les matériaux sont nécessaires pour des constructions d'utilité publique.

L'exploitation des carrières est soumise à la surveillance de l'Administration des mines ainsi qu'aux lois et règlements sur l'exploitation des mines.

Les carrières appartenant à l'État sont mises en adjudication; la durée de la concession ne saurait dépasser quatre-vingt-dix-neuf ans.

Les exploitants payent à l'État 3 p. 100 du prix des matériaux bruts, pris sur place; l'estimation de ce prix est faite par l'administration locale.

CHINE.

Dans l'un des pavillons chinois du Trocadéro se trouvait l'exposition de la Classe 63, représentée uniquement par les envois de M. Doyère, ingénieur en chef de la Marine, directeur de l'arsenal français de Fou-Tchéou, et de M. David, ingénieur attaché à l'arsenal.

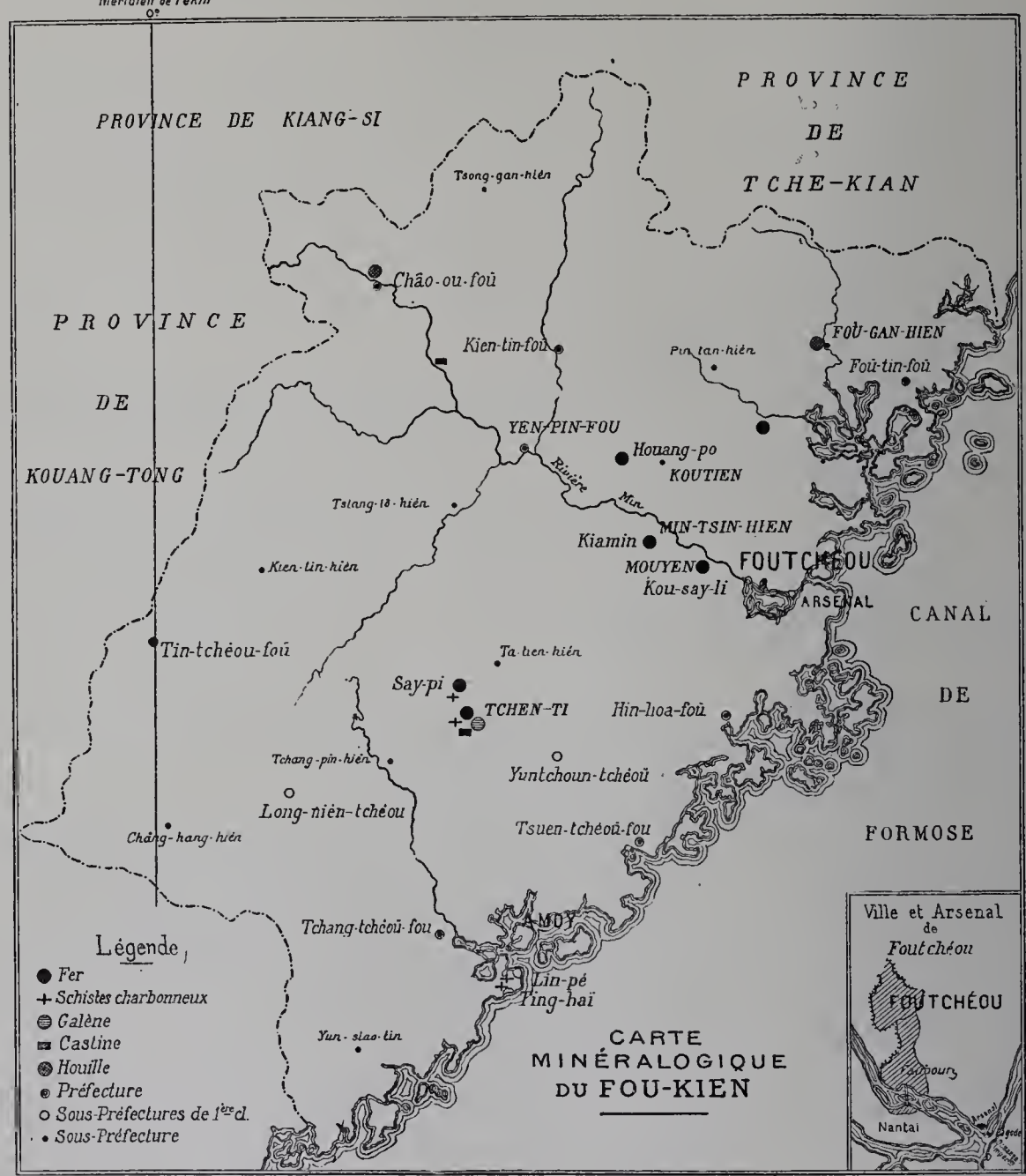


Fig. 42. — Carte minière du Fou-Kien par M. Doyère.

Ces envois comprenaient :

1° Un carte chinoise de la province du Fou-Kien (fig. 41), sur laquelle M. Doyère avait fait porter les divers gisements prospectés par M. David (fig. 42).

2° Divers échantillons de houilles et de minerais métalliques avec quelques analyses, savoir :

Houilles. — 1° Houille impure de Li-San, sèche, à courte flamme, très cendreuse, remise par le Yamen;

2° houille sèche de Hia-Mei, très sulfureuse, brûlant mal, avec une flamme très courte;

3° houille impure de Fou-Yen-Tchi, remise par le Yamen; sèche et sulfureuse;

4° houille de Houan-Ny-Ping, sèche et sulfureuse, remise également par le Yamen.

Galènes. — Échantillons : 1° de Kuam-Men-Chan, remis par le Yamen, analysé par M. David :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	58.72	Argent	0.06
Fer	2.90	Silice	5.4
Zinc	11.51	Alumine	1.22
Antimoine	0.75		

2° De Fou-Yan-Tchi, remis par le Yamen, analysé par M. David :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	46.51	Argent	0.095
Fer	7.25	Silice	6.00
Zinc	12.68	Alumine	5.2
Antimoine	0.036		

3° De Ping-Cam :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	67.51	Argent	0.067

4° De la région de Tchen-Ti, analysé par M. David :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	51.38	Argent	0.072
Fer	11.06	Silice	8.40
Zinc	4.50		

5° De Tchen-Kong-Ki, remis par le Yamen, analysé par M. David :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	79.12	Argent	0.079
Fer	6.13	Silice	1.14
Zinc	2.60		

6° De Who-Une, remis par le Yamen, analysé par M. David :

	p. 100.		p. 100.
Plomb	25.90	Cuivre	4.30
Fer	28.00	Argent	0.277
Zinc	0.03	Silice	23.85
Antimoine	0.45		

Minerais de fer, analysés par M. David :

1° Fer magnétique de Say-Py :

	p. 100.		p. 100.
Fer	53.10	Manganèse	1.70
Chaux	5.70	Silice	8.10
Alumine	8.66		

2° Fer magnétique en grains pris à la mine de Houan-Pou :

	p. 100.		p. 100.
Fer	51.90	Silice	10.60
Chaux	0.80	Soufre	0.01
Manganèse	5.83	Phosphore	0.06
Alumine	7.90		

3° Fer magnétique de Kou-Say-Li :

	p. 100.		p. 100.
Fer	65.00	Alumine	1.24
Chaux	0.24	Silice	3.00
Manganèse	0.05	Soufre	0.02

Ce n'est pas au rapporteur de la Classe 63 qu'il importe de mettre en relief le rôle si beau de M. Doyère et de M. David au point de vue de l'influence française en Chine ; il nous suffira de rappeler que l'arsenal de Fou-Tchéou est une œuvre à laquelle, quoi qu'en ait pu dire lord Ch. Beresford, les Chinois eux-mêmes ont rendu justice.

Si nous nous en tenions aux renseignements officiels, nous n'aurions plus rien à ajouter. Mais nous ne pouvons passer sous silence les efforts faits depuis l'Exposition de 1889 par plusieurs ingénieurs français et étrangers, en vue de l'étude des gisements chinois. Nous dirons donc quelques mots des résultats de diverses missions scientifiques.

Mission lyonnaise d'exploration en Chine.

Les divers comptes rendus en ont été publiés en 1898 par la Chambre de commerce de Lyon. La partie minière avait été confiée à M. Duclos, ingénieur civil des mines, ancien élève de l'École de Saint-Étienne

L'étude de M. Duclos comprend les mines du Yun-Nan, du Kouéi-Tchéou et du Sé-Tchouan.

I. Mines du Yun-Nan. — Au voisinage du Tonkin, le sol de la province est formé de terrains primitifs : micaschistes et schistes à séricite; gneiss dans les montagnes dominant Manhaou. Plus loin on retrouve les calcaires du Tonkin et de la baie d'Along.

Cette formation (dévonien et carbonifère) est celle qui domine au Yun-Nan. Elle

est interrompue à Ko-Tsiou par une venue de granulite avec d'importants gisements d'étain.

Les calcaires du Yun-Nan ont surtout des minerais de plomb et de zinc, mais aussi de cuivre, comme à Lu-Nan et à San-Kio-Tchang. Ils sont rarement fossilifères. Les nombreux bassins qu'ils contiennent ont été comblés à l'époque houillère par des grès et des schistes, qui renferment parfois quelques couches d'une houille analogue à celle du Tonkin.

Au-dessus des calcaires viennent des schistes permiens, puis des argiles bariolées triasiques, qui sont très puissantes et parfois gypsifères et salifères, comme à Gan-Ning-Tchéou.

Le nord-est de la province, que borde le Yang-Tsé, présente une formation considérable de grès rouge très dur, dévonien ou permien, non fossilifère.

En se rapprochant du Yang-Tsé, les grès deviennent plus tendres et plus clairs.

Les gisements de fer de la région (hématite) se trouvent, soit dans les argiles bariolées, soit en couches dans les calcaires d'Along. Les grès rouges et les calcaires sont parfois coupés de coulées de porphyrite noir verdâtre, au voisinage desquelles sont les principaux gisements de cuivre de la province (Tong-Chouan-Fou, Tchao-Toung-Fou, etc.).

Le plissement des montagnes est probablement contemporain de celui des monts Himalaya, c'est-à-dire tertiaire; quant aux formations récentes, elles sont représentées par des loess visibles en certains points, et surtout par une argile, jaune ou rouge, qui forme parfois des dépôts d'une épaisseur considérable.

La province du Yun-Nan est une des régions du monde où les agents extérieurs ont l'action la plus rapide et la plus énergique ; les vents sont violents et presque constants ; le pays déboisé ; les cours d'eau ont des crues subites et énormes. Aussi les terres des sommets descendent dans les vallées et on peut presque dire que l'équilibre de ce sol est instable.

Les mines du Yun-Nan exploitées en 1897 étaient au nombre d'une cinquantaine, dont voici les principales :

I. *Mines de cuivre :*

1° district de Toung-Tchouan, où la mine de Tché-Chio-Tchang, ouverte en 1896, renferme du cuivre natif ;

2° district de Tchao-Toung, où la mine des environs de la ville de Tchan-Ka renferme également du cuivre natif ;

3° district de Ouei-Lin, le plus riche non seulement en cuivre, mais aussi en plomb, argent et zinc ;

4° district de Ku-Tsin, dont les importants gisements sont aujourd'hui presque abandonnés ;

5° les mines dépendant du bureau de Yun-Nan-Fou.

La production totale en cuivre de la province a été en 1897 de 1,850,000 livres (la livre valant 604 grammes).

C. F. E.

II. *Mines de plomb, d'argent, de zinc et d'or.* — Ces gisements complexes se trouvent surtout dans les deux régions de :

1° Tong-Tchouang, qui produit en moyenne 2 millions de livres de zinc, 1,450,000 livres de plomb et 10,000 taëls[1] d'argent par an;

2° Oueï-Lin. (Production annuelle : 1,910,000 livres de plomb, 4,050,000 livres de zinc, 2,500 livres de cuivre, un peu de fer et d'argent.)

La région, au sud et au sud-est, renferme beaucoup de minerais d'argent et d'or; mais l'extraction en est peu active, à cause des dangers du climat, que les Chinois eux-mêmes affrontent peu volontiers.

L'étain existe à Kiou-Tsiou-Tchang; la production est faible.

La contribution impériale est de 3 millions de livres pour le zinc.

Production de la province en 1897 : Pb : 2,598 tonnes (4,330,000 livres); Zn : 2,430 tonnes (4,050,000 livres).

III. *Mines de charbon* — Le charbon est extrait de plusieurs galeries creusées dans la montagne du Pei-Shan, à 6 kilomètres de la sous-préfecture Mi-Lo. Le prix de revient est de 50 sapèques par charrette (180 kilogrammes).

La houille est très friable; à l'état menu on l'agglomère par de l'argile en briquettes brûlant bien avec une flamme courte. Ces briquettes sont vendues aux distillateurs locaux d'alcool, de riz ou de sorgho. La houillère du Pei-Shan, dont l'exploitation fut interrompue pendant la guerre sino-japonaise, était à nouveau en pleine activité en 1898.

IV. *Salines.* — Sans être comparables à celles du Se-Tchouen, elles ont cependant une certaine importance, notamment à Gan-Lin-Tchéou (ville de mille familles vivant de l'industrie du sel). Une douzaine de puits ont été forés dans des terrains vagues à l'intérieur de l'ancienne enceinte de la ville; leur profondeur est seulement de 10 à 12 mètres, la nappe salée étant près de la surface. L'eau est très peu salée et exige une manipulation assez longue pour une faible production de sel ; elle est déversée sur le sol, que de petites murettes divisent en compartiments analogues à ceux des rizières; la terre s'imprègne de sel après l'évaporation de l'eau sous l'influence du soleil; on la recueille alors, on l'entasse sur des châssis placés au-dessus de baquets et on l'arrose d'eau que l'on concentre par la chaleur dans des bassines en fonte.

L'eau est extraite du puits d'une manière très primitive, à l'aide d'un treuil en bois autour duquel s'enroule une corde portant des seaux en peau de bœuf, fort peu étanches et se vidant à moitié pendant l'ascension dans le puits.

La production annuelle de Gan-Lu-Tchéou est d'environ 360 tonnes de sel.

Régime des mines de la province. — L'exploitation des mines est surveillée étroitement par des mandarins détachés du Bureau des mines; celui-ci fait l'achat de la production totale à un prix fixé par lui-même. Le Bureau solde alors les diverses contribu-

[1] Le taël vaut en moyenne de 3 fr. 50 à 4 francs.

tions impériale, provinciale, etc..., puis vend au commerce l'excédent de la production, à des prix très variables.

Ex : Prix du cuivre. — En 1897, il était de 9 taëls 2 pour 400 livres. L'excédent était vendu aux particuliers 15 taëls en moyenne, à un prix variant de 13 à 18 taëls. Chose remarquable, le poids de la livre varie lui-même suivant que le mandarin achète ou vend.

Plomb. — Acheté au mandarin au prix invariable de 2 taëls 586 les 100 livres, et revendu aux particuliers de 3 à 5 taëls.

Le zinc acheté au même prix invariable que le plomb est vendu en moyenne 4 taëls.

Quant à l'étain de Keo-Tsiou, il se vend de 21 à 11 taëls les 100 livres, suivant la qualité. Un règlement officiel définit la qualité.

Les poids fournis par le vérificateur du Bureau des mines font foi dans les marchés.

Il est d'usage courant que le poids employé pour l'étain est de 20 p. 100 plus élevé que le poids réglementaire. Une certaine quantité d'étain est en outre prélevée par le mandarin comme une sorte de patente.

Les deux principales causes de décadence de l'industrie minière au Yun-Nan sont, outre les nombreux et coûteux intermédiaires, la suppression du crédit fait autrefois par le mandarin au mineur.

Actuellement, le mandarin ne donne les fonds qu'en échange du produit ; la population pauvre de ce pays est incapable de fournir la première avance nécessaire à l'ouverture d'une mine et doit ainsi, malgré elle, laisser dormir les richesses de son sous-sol.

Les prix de vente au mandarin ayant en outre baissé en 1897, les exploitants n'étaient plus guère rémunérés de leurs peines et de leurs avances. Aussi abandonnèrent-ils peu à peu les exploitations.

II. Mines du Kouéi-Tchéou. — Les gisements miniers sont la grande richesse du Kouéi-Tchéou, comme du Yun-Nan.

Les mines actuellement exploitées et visitées par M. Duclos, entre Pi-Tsié et Hin-Y-Fou, sont des mines de houille, de cuivre, de plomb argentifère, de zinc et de fer.

Autrefois, il y avait à Yang-Li une exploitation de cinabre, ainsi qu'à Pe-Ma-Tong, où les mines ont été visitées par M. Duclos ; elles sont encore en exploitation, mais les travaux sont beaucoup moins importants qu'avant la révolte qui a désolé le pays et réduit sa population de 5.000 habitants à une quarantaine de familles.

A Pe-Ma-Tong, en 1897, deux mines étaient exploitées, dont la plus importante a son entrée dans une grotte souterraine, proche du village. Le mercure s'y trouve sous forme d'oxyde rouge mélangé à du calcaire ; ce minerai a paru pauvre à M. Duclos.

La première mine alimente 5 fours, la deuxième 3 fours. Le combustible employé est la houille du pays.

L'exploitation est faite par des galeries fort mal boisées et où les éboulements sont fréquents.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La production de mercure en 1897 n'était guère que de 3 tonnes. c'est-à-dire tout à fait insignifiante comparativement à ce qu'elle fut autrefois; le chômage est d'ailleurs actuellement de quatre mois par an.

Le mercure est dirigé sur Tchoung-King, où il est transformé en vermillon. Le prix du mercure est de 0 taël 70 la livre chinoise. Le transport de la mine à Tchoung-King revient à 5 centimes la livre.

La mine n'a plus qu'une quarantaine d'ouvriers (il y a quarante ans, elle en occupait 2,000).

Les galeries anciennes sont pour la plupart inondées : il n'y a pas d'outillage pour l'épuisement des eaux.

Le journal de route de M. Duclos, pour la province de Kouéi-Tchéou, renferme, outre la description de ces mines de mercure, quelques détails sur le traitement du minerai de zinc de Ma-Kou-Kio et du minerai de plomb de Tsha-Tsé-Tchang.

Outre les mines de Tsha-Tsé-Tchang (plomb et zinc) et de Pé-Ma-Tong (cinabre) les mines exploitées en 1897 dans le Kouéi-Tchéou et étudiées par M. Duclos sont celles de Pin-Tsé-Kin (houille), Tchen-Lin (houille et cuivre), Choui-Tang-Fou (houille), Tong-Tchang-Ho (cuivre), Long-Kai-Tsé (plomb et cuivre), Lou-Tsé-Tchang (plomb) et de Tsé-Tchang (fer).

III. Mines du Tsé-Tchouan. — *Salines.* C'est le sel qui, dans le Tsé-Tchouan, donne lieu à l'industrie minière la plus active. Les trois districts salins alimentent en sel, non seulement toute la province, mais aussi les provinces voisines. Ce sont :

1° *District de Tse-Liou-Tsin.* — Ses salines renferment plusieurs milliers de puits, et de la plupart d'entre eux se dégagent, en quantité considérable, des gaz combustibles que les mineurs recueillent et emploient au chauffage des bassines d'évaporation des eaux salées. En outre, il y a, dans la plupart des puits, une venue de pétrole formant dans l'intérieur une sorte de nappe au-dessus de l'eau salée.

2° *District de Kia-Ting.* — A 100 kilomètres à l'ouest du premier et d'une importance à peu près égale, au point de vue du sel; mais les puits ne dégagent pas de gaz combustibles; on ne sait pas encore d'une manière sûre s'ils ont du pétrole.

3° *District du Nord.* — Ses salines sont disséminées, entre la rivière qui passe à Mien-Tchéou et celle qui arrose Pa-Ning, dans un grand triangle, dont ces deux villes et Ho-Tchéou formeraient les sommets. Il existe d'autres régions salifères dans la province; mais ces trois districts seuls sont autorisés par les autorités chinoises. Partout ailleurs, l'ouverture des puits est interdite.

Dans les trois districts, le sel se trouve à l'état de solution, exploitée sous le contrôle du gouvernement provincial, qui en tire de très gros revenus.

Le Père Boucheré, qui habite Tsé-Liou-Tsin depuis plus de vingt-cinq ans, communiqua d'importantes notes à M. Duclos, notes dont voici un résumé que nous jugeons digne d'intérêt en raison de l'originalité du procédé chinois d'exploitation :

« La superficie des salines de Tsé-Liou-Tsin est d'environ 500 kilomètres carrés.

« Pour foncer un puits, on commence par creuser un trou en forme de puits ordinaire, jusqu'à ce que l'on rencontre une bonne assise de pierre, c'est-à-dire à 50 ou 60 mètres environ de profondeur. On y introduit alors une série de pierres carrées, percées au milieu d'un trou de 30 à 40 centimètres. Ces pierres, reposant l'une sur l'autre, sont fortement cimentées à chaque assise jusqu'à l'orifice extérieur du puits. Dans le tube ainsi formé on incruste en quelque sorte des tubes de bois de cyprès, formés de deux valves assez épaisses réunies par des ramies et un mortier spécial imperméable à toute infiltration d'eau souterraine. Les pièces ont de 2 à 3 mètres de longueur; elles s'engaînent les unes dans les autres et forment un tube à diamètre intérieur de 8 à 10 centimètres, c'est-à-dire le diamètre extérieur du tube de bambou qui doit perforer les assises inférieures et donner ainsi passage à l'eau salée. Ceci fait, on élève une chèvre au-dessus de l'orifice; on monte à côté un grand treuil autour duquel s'enroule ou une latte, ou une corde de bambou plus résistante que nos cordes de chanvre. A cette lanière est suspendue la vrille ou le trépan. Le temps ne comptant pas pour le Chinois, il met parfois jusqu'à dix ans pour forer son puits, qu'il abandonne souvent, par suite de l'éboulement continu des sables mouvants ou d'une infiltration des eaux, ou plus souvent encore, du manque d'argent; le puits, dans ce cas, est vendu à d'autres entrepreneurs qui continuent les travaux moyennant une certaine somme et une part réservée au vendeur dans les bénéfices, si l'exploitation réussit.

« Le fonçage du puits est pratiqué au moyen d'un levier de battage manœuvré par quatre hommes, qui se placent sur son extrémité pour l'abaisser, et sautent ensuite sur un plancher placé de part et d'autre. La queue du levier vient frapper contre une poutre de butée reliée solidement à la charpente au moyen de poutres et de cordes. La tige de sonde se compose de lames de bambous de 7 à 8 mètres de longueur, de 5 centimètres de largeur et de 4 à 5 millimètres d'épaisseur; ces lames sont attachées entre elles. A la partie voisine du trépan, il n'y a qu'une lame; un peu plus haut, il y en a deux; enfin il y en a trois dans la partie reliée au levier de battage. La rotation du trépan est permise par une liaison spéciale très simple : la tige de sondage se recourbe en forme de moitié de 8, ayant à l'intérieur une sorte de cœur en fer, portant un trou à la partie inférieure; dans ce trou tourne une virole à laquelle est suspendue par une corde la tige de sonde. Un ouvrier spécial est chargé de faire tourner la tige de sonde à raison de 1/6 de tour par coup; on donne environ douze coups par minute.

« Un des puits ainsi foré fut visité par le P. Boucheré et par M. Duclos. La profondeur atteinte était alors de 780 mètres; l'avancement journalier moyen variait de 10 à 15 centimètres.

« Les matériaux retirés du trou de sonde sont à l'état de boue; on les jette dans les ruisseaux voisins.

« Le trépan est en acier; on le soude à une barre de fer de 3 à 4 mètres de longueur, vissée à la tige de sonde. Le diamètre des puits varie en général de 10 à 18 centimètres. Au-dessus de l'orifice, se dresse un immense chevalet de 30 mètres de haut, au sommet duquel est installée une poulie en bois avec axe en fer, sur laquelle passe la

corde qui supporte le récipient servant à l'extraction. Une poulie de renvoi en bois permet à la corde de s'enrouler sur un tambour de manège actionné en général par des buffles. »

L'eau salée se rencontre entre 150 et 240 tchang de profondeur[1]. A partir de la première assise de pierre servant de base aux tubes supérieurs, le terrain est formé de couches alternatives de grès plus ou moins dur, et parfois friable. Ordinairement, c'est le granit qui recouvre la nappe d'eau salée; une fois ce granit percé, l'eau jaillit, mais rarement jusqu'à l'orifice du puits, parfois cependant au delà; en général, elle monte à un certain niveau dans le puits, niveau qui peut rester immobile pendant l'exploitation. On y enfonce un tube de bambou qui, par suite de son poids et de la vitesse acquise, s'immerge de toute sa longueur; il est muni d'une soupape rentrante. Le tube remonté au jour est déversé dans un réservoir voisin.

Les puits sont de durée très inégale : les uns sont vite épuisés, d'autres sont en activité depuis plus de cent ans. Les uns donnent d'abord du pétrole, puis du pétrole mêlé d'eau salée.

Le puits le plus profond ayant produit du gaz inflammable est celui du chrétien Ly, élève du P. Boucheré. Ce puits avait atteint la profondeur de 1,000 mètres. Au moment où il allait être mis au rebut, une explosion formidable eut lieu, semblable à un coup de canon, due à la combustion du gaz provoquée par une torche, et qui brûla les maisons avoisinantes; il fallut un jour pour se rendre maître de cet incendie. Le gaz de ce puits sert à évaporer l'eau de plus de 300 salines.

Le nombre total des puits de Tsé-Liou-Tsin est inconnu du Gouvernement. Ils sont classés suivant l'état de saturation de l'eau retirée, qu'on appelle *eau noire* ou *eau jaune;* cette dernière est la moins saturée.

En comptant les puits en exploitation, les puits en fonçage et les puits abandonnés, on arrivait à un total d'environ 3.000 puits, en 1896; quelques-unes de leurs chèvres atteignent jusqu'à 45 mètres de hauteur. L'ensemble de ces puits peut donner par jour 37,600 quintaux d'eau noire et 14,400 quintaux d'eau jaune; 200 litres d'eau noire fournissent 40 livres de sel et 200 litres d'eau jaune environ 25 livres.

Il y a deux qualités de sel : le sel fleuri (hoa-yen) et le sel de pierre dit *croûte* (ko-pa).

Pour obtenir le sel fleuri, on amène l'eau salée par des canaux ou à dos d'âne; elle est déversée dans une chaudière en fonte très épaisse, peu profonde, à bords très évasés, puis exhaussés; elle est chauffée par une bouche à gaz. Quand l'ébullition commence, on mêle à l'eau un liquide dit *lait de lentilles,* produit par la mouture d'une espèce de lentille très connue dans le pays. Ce lait précipite le sel; les impuretés surnagent bientôt; on les recueille pour les mêler à d'autre eau salée; l'eau privée de ses impuretés s'appelle eau fleurie (hoa-chouy). La chaudière est ensuite coiffée de son couvercle; de temps en temps l'ouvrier qui surveille la cuisson tourne

[1] Le tchang vaut environ 3 mètres.

avec une pelle le sel en train de cristalliser, pour l'empêcher de former une croûte au fond.

Le sel fleuri se subdivise lui-même en gros et petit grain, ce dernier moins estimé parce qu'il contient beaucoup plus d'eau mère qui s'écoule des paniers pleins, tandis que le sel à gros grain reste toujours sec. Le sel cristallisé est d'un blanc jaunâtre.

Le sel de pierre ou ko-pa est fabriqué dans des chaudières à bords très exhaussés au moyen de plaques en fonte disposées sur leur contour extérieur et reliées entre elles par un mortier spécial. La chaudière est d'abord chauffée pendant plus d'un jour à sec sur la bouche à gaz jusqu'au rouge et même jusqu'au blanc. L'ouvrier y verse alors l'eau salée jusqu'au tiers de sa hauteur; il racle avec une pelle le sel déposé sur les parois, qui est d'une couleur gris cendré et qui adhérerait bien vite s'il n'était aussitôt détaché; puis il fait couler dans la chaudière un filet d'eau salée et laisse enfin cristalliser pendant plusieurs jours, au bout desquels, lorsqu'une nouvelle couche de sel va se superposer à celle du fond, l'ouvrier sème une couche de suie pour donner au sel une teinte estimée des indigènes, ou, au contraire, lorsqu'il veut du sel blanc, un lait de lentille qui fait surnager toutes les impuretés.

Les deux qualités de sel sont sensiblement équivalentes.

Le rendement des puits est extrêmement variable.

Le sel fleuri coûte à l'usine 14 sapèques la livre, environ 0 fr. 08; quant au ko-pa, dont le Gouvernement, depuis 1880, s'est réservé le monopole, il a un prix analogue.

Le sel de pierre est consommé dans la province. Le sel fleuri est exporté, surtout depuis la révolte des Tai-Pings, qui interceptèrent les envois de sel marin.

Les puits donnant jusqu'à 700 ou 800 bouches à gaz sont au nombre de 15. Jadis, un puits fameux donna jusqu'à 3,000 bouches; il est éteint depuis 1890.

Les gaz souterrains semblent se déplacer du N. E. au S. O. ce qui rend variable le débit des puits; ils restent cependant localisés à Tsé-Liou-Tsin, et ne se dégagent que dans les puits les plus profonds.

Le pétrole est remonté avec l'eau salée et déversé dans une grande cuvette placée près de l'orifice du puits; plus léger que l'eau, il ne tarde pas à surnager; on ouvre alors un robinet qui fait écouler le pétrole dans des baquets au travers d'un tamis qui arrête les scories.

Les Chinois ne savent pas raffiner le pétrole; ils le brûlent d'ailleurs sur place, dans des torches, pour s'éclairer la nuit.

Impôts sur le sel. — Ils sont de deux sortes : le ho et le li-kin. Le premier donne une somme fixe de 3,500 taëls pour l'ensemble des usines; cet impôt est réparti entre chaque puits par le chef de section. Le pays est divisé en cinq sections dépendant de la sous-préfecture de Fou-Tchouen.

Chaque section a pour chef un notable du pays désigné par les anciens, approuvé par le sous-préfet et révocable. Le chef de section est chargé de résoudre les différends entre les exploitants.

Quant à l'impôt dit *li-kin*, il est de 5 sapèques par livre de sel traité, débité en magasin ou exporté en gros par voie de terre; le sel exporté en gros par voie fluviale est frappé d'un impôt qui dépend de la distance qu'il parcourt et du nombre de douanes qu'il traverse.

Autres mines du Tse-Tchouan. — Ce sont des mines de charbon, de cuivre, d'argent, d'or et de fer :

Charbon — Il se trouve en abondance et donne lieu à de petites mais nombreuses exploitations, suffisant aux besoins locaux, dans la vallée de Tsin-Choui-Ky, au voisinage des salines de Kia-Ting où le charbon est amené facilement par la rivière Fou-Ho, dans des paniers de bambou contenant 120 kilogrammes; les paniers sont chargés sur des radeaux également faits en tiges de bambou et les radeaux réunis forment des convois qui desservent les salines placées le long du fleuve.

Le charbon revient à environ 60 sapèques le panier de 120 kilogrammes; extrait presque exclusivement des affleurements, il est très friable, mêlé de schistes, renferme beaucoup de cendres et donne beaucoup de fumée. Celui provenant de galeries déjà un peu profondes est dur; c'est un charbon gras, à courte flamme, qui donne toujours beaucoup de fumée; il est employé par les forgerons du pays; on en consomme également une grande quantité pour les besoins domestiques dans les villes arrosées par le Fou-Ho.

Dans l'ouest de la province, le charbon existe également à Tsié-Liou-Tsin ; mais l'exploitation en est interdite sur l'étendue des districts salins.

Le combustible abonde surtout dans le nord de la province, dans les montagnes qui limitent la plaine de Tchen-Tou-Fou, au nord de la capitale, et de très nombreuses, mais toujours très petites exploitations y sont ouvertes. Le charbon dur est généralement transformé en coke. On l'entasse dans une enceinte circulaire, fermée par un mur en pierres, où l'on a réservé une ouverture servant de porte. Au centre, quelques perches de bambou forment une cheminée où l'on jette du bois enflammé. Quand la combustion est avancée, on arrose d'eau et on recouvre avec de l'argile jusqu'à complet refroidissement.

Le coke obtenu est homogène ; il brûle mal mais comme il ne donne pas de fumée; aussi est-il très apprécié dans les cuisines chinoises, qui n'ont pas de cheminées en général. La plus grande quantité de ce coke est consommé ainsi dans les cuisines de la ville de Tchen-Tou, où il est vendu au prix du charbon.

Cuivre. — Une petite exploitation existe aux environs de Moupin. Les gisements de cuivre de la province sont encore très mal connus et le cuivre consommé provient du Yun-Nan.

Argent. — On en a trouvé à Moupin, où il accompagne le cuivre, et aussi dans le nord de la province, à Pe-Tsoa-Pa et à Hou-Koua-Tou.

Or. — Il se rencontre dans les alluvions des nombreuses rivières qui sillonnent le pays et sont l'objet, un peu partout, d'exploitations rudimentaires.

Fer. — Le fer se trouve presque toujours à côté du charbon ; il n'est d'ailleurs pas mieux exploité que lui.

En Chine, l'extraction du charbon est assez libre. Il suffit de faire un contrat avec le propriétaire du sol, auquel on donne une partie de la production.

L'abondance du charbon dans les montagnes chinoises explique le peu de recherches faites en profondeur, ainsi d'ailleurs que la simplicité des méthodes, qui ne permettent pas de lutter contre les eaux dans les exploitations au-dessous des vallées. Aussi toutes les galeries s'ouvrent-elles sur les flancs des collines ; elles vont tantôt en montant, tantôt en descendant vers l'intérieur de la montagne, suivant l'allure des couches ; dans le dernier cas, la montée des eaux arrête l'exploitation d'une façon périodique, chaque année, après la saison des pluies.

Il n'y a pas de méthode générale d'exploitation bien déterminée. Les travaux sont conduits à l'aventure et gaspillent le gîte. La profondeur des galeries dépend de l'aérage naturel et de l'invasion des eaux. Souvent, il y a une quantité de galeries superposées et réunies entre elles par des descenderies. En général chaque famille travaille pour son compte dans la galerie qu'elle a ouverte ; rarement, les familles s'associent pour l'exploitation d'une même galerie.

Le boisage de ces galeries est le plus souvent très bien fait au moyen de cadres en sapin, comme dans les houillères françaises ; il n'y a pas de boiseurs spéciaux : c'est le mineur lui-même qui s'occupe du soutènement au fur et à mesure de l'avancement de son chantier. L'abatage est fait depuis longtemps à la poudre dans les galeries au rocher ; on pense que le procédé a été importé d'Australie ou de Californie. L'éclairage est fourni par des lampes à huile (rondes, à mèches de coton) que le mineur fixe dans ses cheveux ; la durée du travail (six à huit heures) est limitée par celle de la combustion de la lampe ; le temps de travail est en général coupé par un repas pris hors de la mine. L'aérage est presque toujours produit par ventilation naturelle ; les ventilateurs sont des plus rares ; il en existe cependant quelques-uns dans les grandes exploitations des environs de Tchong-King ; ils sont formés d'une grande caisse cylindrique de 2 à 3 mètres de diamètre et de 6 mètres de largeur, évidée au centre et dans laquelle tourne, actionné par deux manivelles, un arbre muni de palettes en bois ; l'instrument est manœuvré soit par quatre hommes, soit par une roue hydraulique.

Pour les petites mines, le charbon est transporté dans des corbeilles de bambou portées à dos d'homme. Dans les exploitations plus importantes, on pratique le traînage ; la corbeille devient un traîneau, glissant sur le plancher en bois placé sur le sol de la galerie. Enfin, dans une mine des bords du Yang-Tsé, on trouve la berline avec quatre roues en bois munies d'un bourrelet qui s'engage dans une rainure formée par deux solives en bois posées sur le sol.

Les corbeilles portées contiennent de 30 à 40 kilogrammes de charbon ; celles traînées, environ 100 kilogrammes ; enfin, les berlines, 200 kilogrammes.

A la sortie des galeries, le charbon est trié et classé à la main en deux caté-

gories : le gros et le menu. Il est vendu sur place, soit à des porteurs, soit à des patrons de jonques, soit aux marchands de Tchong-King.

L'exploitation du minerai de fer est analogue à celle du charbon ; leurs couches sont d'ailleurs parallèles et voisines.

Le minerai de fer est en lentilles d'un volume parfois considérable ; on l'expédie aux hauts fourneaux de la région. C'est un carbonate, à teneur minima de 35 à 40 p. 100.

Législation minière. — Un règlement officiel sur l'industrie des mines et des chemins de fer, mis en vigueur au commencement de 1899, fut proclamé le 21 novembre 1898. Ce règlement, qui comprend 22 articles, a été élaboré par le Comité central des mines et chemins de fer; il est reproduit *in extenso* dans le numéro de la *Chine nouvelle* du 15 juin 1899.

Mission allemande.

Postérieurement à la mission lyonnaise, des missions analogues, allemande et anglaise, visitèrent une partie de la Chine en vue d'étudier l'avenir minier du pays. C'est ainsi que, au cours de l'année 1898, le docteur Buchrucker fut chargé, par un groupe d'industriels et de commerçants allemands, d'une mission technique au Shantung.

Voici un résumé des pages les plus saillantes de son rapport.

Au point de vue géologique, le sol du Shantung est d'une analogie frappante avec celui du Shansi et du Honan. Le terrain y est formé de micaschistes surmontés de formations siluriennes et carbonifères très développées en couches horizontales, longues et épaisses, recouvertes de grès rouge.

Ce sont les gisements charbonneux du Shantung qui ont le plus d'intérêt. Les principaux sont ceux de : Itschou-Fou, Ishiù, I-Shien, Mouh-Minh, Hsin-Taï, Lai-Wou, Po-Sham et Weihsien.

L'exploitation a lieu seulement pendant six ou huit mois par an; pendant la saison des pluies les puits inondés sont abandonnés, jusqu'en septembre. Le matériel est des plus primitifs : une pioche en fer, une pelle en bois, et un treuil amenant au jour le charbon dans des peaux de vaches séchées, d'une capacité de 1/5 de mètre cube environ, ou encore dans des paniers d'osier.

Le mineur chinois du Shantung travaille jusqu'à quatorze heures par jour pour un salaire maximum de 0 fr. 50; les manœuvres qui actionnent les treuils ne gagnent que 0 fr. 30 à 0 fr. 40. La province est très peuplée et ses habitants autochtones sont robustes et sobres.

Le charbon est généralement vendu au bord même du puits. On l'emporte sur des brouettes ou parfois sur des chariots traînés par des bœufs. Sur le canal impérial de la province on ne transporte que le charbon de première qualité et le coke. Celui-ci

est obtenu de la manière suivante : un trou de 1 m. 50 de diamètre et de même profondeur est muraillé en grès; on y pose au fond des charbons ardents, puis le charbon à cokéfier, qu'on recouvre de mortier. Les gaz produits par la combustion s'échappent par des tuyaux d'argile enfoncés directement dans le combustible.

Le bassin houiller du Shantung qui paraît le plus riche est celui de Itschou-Fou; en tout cas, il attire l'attention plus que tous les autres, depuis la prise en considération de l'établissement de la voie ferrée de Kiao-Tschéou à Tsing-Tou (longueur prévue : 250 kilomètres) ; on projette aussi de relier Itschou-Fou à la capitale, Tsinan-Fou.

L'étude de ce bassin du Shantung, commencée par les missionnaires, est loin d'être terminée. D'après eux, la houille est friable, tendre et terreuse; on trouve aussi dans la région des houilles bitumineuses, dont on tire du coke, vendu 24 marks la tonne à Itschou-Fou. Le manque de voies charretières rend trop onéreux les transports de houille de ce bassin d'Itschou-Fou, qui occupe cependant une surface de 25 kilomètres carrés, mais dont la partie exploitée ne dépasse pas 10 kilomètres carrés. A l'ouest de la province, les houilles, meilleures, d'Ihsiou viennent faire concurrence à celles d'Itschou-Fou sur son propre marché.

Les Chinois racontent que les couches houillères sont nombreuses et d'une puissance variant de 1 à 30 mètres; mais l'exploitation des mines est rudimentaire et récente, par suite de l'opposition systématique des mandarins. Les eaux, très abondantes vers 20 mètres de profondeur, sont un obstacle sérieux au développement de l'industrie houillère. Aussi, aucune des mines d'Itschou-Fou n'atteint 30 mètres; lorsqu'on a rencontré une couche, on y creuse des galeries, non boisées par suite du manque de forêts; on se contente de laisser des piliers pour soutenir le toit.

Les salaires sont très variables, depuis 40 pfennigs jusqu'à 4 marks 50 pfennigs; mais la moyenne est de 50 pfennigs.

Les gisements sont à 10 kilomètres environ du fleuve d'Isui, qui coule à l'est d'Itschou-Fou; son parcours est de 100 kilomètres, mais on ne l'utilise guère, malgré sa largeur de 1 kilom. 500, car il n'est navigable qu'en été et pour des bateaux à fond plat.

La région au sud de la ville d'Itschou-Fou renferme un minerai de fer de qualité excellente; à 25 kilomètres plus loin, vers Tsining, le minerai ferrugineux extrait de plusieurs collines est traité à Futschiatschuang. Cette partie du Shantung renferme encore de l'or et de l'argent, surtout dans les montagnes du Mouggin. On lave l'or à 4 kilomètres d'Itschou-Fou, dans la vallée de l'Isui.

Le diamant, enfin, s'extrait près d'Itschou-Fou, à 30 kilomètres au S. E. de la ville.

Le géologue Buchrucker a rencontré une douzaine d'exploitations d'or très primitives, où les indigènes pratiquaient le lavage sous l'eau. Leur bénéfice était d'environ 0 fr. 75 par homme et par jour. Les parties aurifères les plus riches du Shantung semblent se trouver à l'ouest et au sud-est, d'après les récits concordants de Ellis Clark et du docteur allemand.

Celui-ci signale enfin des gisements de mica, situés à quelques journées de marche du

golfe de Kiao-Tchéou et dont les couches atteignent 0 m. 50 de largeur sur plusieurs centimètres d'épaisseur. Le mica est d'une transparence parfaite; sa roche mère est le granit.

Le docteur Buchrucker, qui visita un gisement diamantifère sur la rive droite du Hoang-Ho, assure que les indigènes ne taillent pas le diamant, car ils l'emploient surtout à percer des trous dans la porcelaine; cependant, ils ne méprisent pas son éclat et le diamant leur sert même de gage sur prêt.

Mission anglaise au Shansi.

C'est le baron von Richthofen qui signala le premier les richesses minières du Shansi-Est (charbon maigre) et du Shansi-Ouest (charbon gras). Dans les deux régions, le minerai de fer est associé à la houille. Des échantillons de charbon furent rapportés et analysés en Angleterre.

Les exploitations houillères du Shansi ne sont pas considérables, mais très nombreuses; elles se prolongent, au sud du fleuve Jaune, en dehors du Shansi, par les bassins de Lushan et de Suchou, dont le charbon, assez pur, donne un bon coke.

L'importance du bassin de Lushan est due tant à sa houille qu'à son excellent minerai de fer argileux, qui fut jadis exploité en grand (sous la dynastie des Ming), comme l'attestent encore d'immenses tas de scories. Les troubles qui suivirent l'avènement de la dynastie actuelle refoulèrent l'industrie minière dans la contrée plus calme du Shansi.

Au nord de Lushan se trouve le bassin anthraciteux de Honan, actuellement en exploitation.

Plus au nord, au delà du fleuve Jaune, on rencontre l'anthracite au mont Taï-Hang-Shan; cet anthracite serait d'excellente qualité. Le district de Ching-Wha, qui renferme plus de 100 puits en exploitation, en produit beaucoup aussi.

Le district réputé de Tsé-Chao appartient encore au Shansi. Il renferme plusieurs couches de houille, dont la seule exploitée a une puissance moyenne de 6 pieds. La charbon est vendu 2 francs la tonne sur place; il vaut déjà 10 francs à Sui-Win-Hien, tête de ligne de la navigation pour Tien-Tsin.

D'après le rapporteur de la mission anglaise au Shansi, M. Glass, cet énorme dépôt houiller sera peut-être un des plus remarquables du monde entier. Le bassin anthraciteux, à lui seul, couvre une superficie de 13,500 milles carrés sans interruption, et l'étendue du gisement de charbon gras serait supérieure à celle des mines d'anthracite; enfin cette richesse houillère serait associée à une grande richesse en minerais de fer à Ping-Ting-Chou et Tsé-Chou.

De plus, les indigènes exploitent aussi depuis deux cents ans du pétrole et du sel retirés de sources salées.

Le salaire moyen du mineur chinois est, dans le Shansi, de 0 fr. 25 par jour. Il travaille uniquement au marteau ou au pic et ignore les explosifs.

La Commission anglaise a cherché à évaluer le prix d'une tonne de houille rendue à bord, à Tien-Tsin dans le nord, et à Nankin dans le sud, après achèvement du réseau des chemins de fer. Ses conclusions sont que le prix du transport de la mine à Tien-Tsin serait au maximum de 11 fr. 50 et de 13 francs de la mine à Nankin.

En 1897, le port de Tien-Tsin a reçu des mines avoisinantes 1,000,000 de tonnes de houille au prix moyen de 19 fr. 85, prix de vente supérieur d'environ 6 francs à celui que permettrait l'établissement des voies ferrées. Or, à Shangaï, le cardiff se paye 50 francs et le charbon d'Australie, 38 fr. 80.

Les autres conclusions de la mission anglaise sont que les premiers travaux à faire pour transformer le Shansi en un centre industriel des plus importants seraient :

1° un chemin de fer de 130 kilomètres pour relier le port de Tien-Tsin aux mines du Ho-Nan; la voie ferrée aboutirait à la rivière Wi, qui communique par eau avec Tien-Tsin;

2° l'amélioration de la navigabilité de la rivière Wi et du grand Canal sur une longueur d'environ 920 kilomètres;

3° au sud, pour relier Nankin aux mines, une ligne d'environ 900 kilomètres, aboutissant au Yang-Tsé, à Pukou, en face de Nankin.

MISSION LECLÈRE. — GÉOLOGIE DU SUD CHINOIS. (*Fig. 43.*)

Parmi les derniers travaux de recherches minières en Chine, il faut citer ceux d'un Français, M. Leclère, ingénieur en chef des mines, qui a été chargé en 1898-1899, par le Ministère des colonies, d'une mission d'études dans la Chine méridionale; il en a rapporté un certain nombre de fossiles, dont l'examen a été confié par le Service de la carte géologique à M. H. Douvillé, professeur de paléontologie à l'École supérieure des mines. Voici brièvement le résultat de son examen et les horizons qu'il lui a paru possible de distinguer :

1° *Dévonien moyen.* — Fossiles trouvés à 10 kilomètres à l'est de Tien-Sen-Kouan, près Lou-Nan (Yun-Nan) : des rynchonelles, des spirifères, une *Orthis* et une *Atrypa*, ramassés dans une couche présentant une analogie frappante avec celles à *Stringocephalus Burtini* de l'Oural.

2° *Dévonien supérieur.* — Calcschistes entre Leang-Chien et Lou-Nan. Fossiles : *Atrypa explanata, Rhynchonella Omaliusi* Goss, *Rh. letiensis* Goss.

3° *Carboniférien.* — Calcschistes, noirs, tendres, de Lan-Mou-Tchang (Kouéi-Tchéou) avec *Orthotetes crenistria.*

4° *Carboniférien supérieur.* — Marbre noir à polypiers de Kouéi-Lin et Tchouang-Chan (Kouang-Si). Cette couche paraît être le prolongement de l'horizon du marbre noir de la montagne de l'Éléphant, près d'Haï-Phong.

Les calcaires noirs à polypiers de la baie d'Along font aussi partie du même système et on peut en rapprocher les calcaires à *productus* et *schwagerina* (princeps?) de Luang-Prabang, signalés par M. Counillon.

5° *Permien inférieur.* — Marbre grisâtre du Yun-Nan-Y, près de Ta-Li-Fou, avec faune principalement composée de petits polypiers et de spongiaires rameux à caractères internes mal conservés.

La présence à peu près certaine du genre *Stenopora* fait rapprocher cette faune du permien de Russie et du calcaire à productus de l'Inde.

6° *Permien moyen.* — Schistes de Ngan-Tchouang-Po (Kouéi-Tchéou). Sa faune présente des analogies bien nettes avec le permien de Djoulfa et les calcaires à productus de l'Inde. Il faut en rapprocher également le permien de Luang-Prabang, où M. Counillon a signalé, en décembre 1896, des bancs à *spiriferina* et à productus épineux. Une couche de houille de 1 mètre est située dans le voisinage de Ngan-Tchouang-Po.

7° *Permien moyen ou supérieur.* — Marbre blanc ou jaune clair de Lou-Nan-Tchéou (Yun-Nan); niveau bien caractérisé par l'abondance des Schwagerina et des Fusulines, et paraissant avoir une très grande extension; il a été signalé sur la côte ouest de Sumatra par Verbeck, au nord par Schwager et par Lorenthey dans plusieurs localités de la Chine (Yun-Nan, Nan-King, Hou-Pe et Kiang-Sou) et jusqu'au Japon.

Par sa faune de brachiopodes, ce niveau se rattache d'autre part aux calcaires à productus de l'Inde et au permien de Djoulfa.

8° *Trias inférieur.* — *a. Calcaire* dur, grisâtre, à céphalopodes et petits gastropodes, de Cha-Tze-Kang, près Kouéi-Yang (Konéi-Tchéou). Il est presque impossible de détacher les fossiles de la roche, que M. Haug rapproche des calcaires à cératites inférieurs de l'Inde.

b. Schiste jaune, fin et très tendre de Sui-Long-Tien, près de Ko-Tiou (Yun-Nan) avec empreintes de bivalves. On pourrait rapprocher ces couches de celles des environs de Lang-Son, avec Norites.

9° *Trias moyen.* — Marbre grisâtre de Mong-Tze (Yun-Nan). C'est un calcaire coralligène. Quelques parties rendues farineuses par altération ont fourni un certain nombre de gastropodes très bien conservés et présentant une analogie remarquable avec la faune d'Esino et de Marmolata.

Outre les fossiles dont nous venons de parler, M. Leclère a rapporté de la Chine méridionale des roches éruptives cristallines, qui ont été étudiées par MM. Michel Lévy et Lacroix pour les déterminations pétrographiques, par lui-même pour les gisements et les relations tectoniques [1].

1° *Roches de profondeur.* — Grâce aux grandes failles du faisceau du fleuve Rouge, depuis Hien-Bai jusqu'à Ta-Li-Fou, au-dessous des formations paléozoïques, on peut voir le soubassement de roches gneissiques et granitiques. La plupart sont des schistes anciens micacés et feldspathisés, identiques à quelques-uns de ceux de Saint-Léon (Allier).

Le type par superposition domine dans les horizons supérieurs (à 800 mètres dans la vallée du Sin-Chiem-Ho). Le type par juxtaposition se rencontre au-dessous (à 650 mè-

[1] Compte rendu de l'Académie des sciences (Séance du 29 janvier 1900).

tres dans la vallée). L'horizon du fleuve Rouge (à 150 mètres, près de Lao-Kay) renferme un granit éruptif à mica noir.

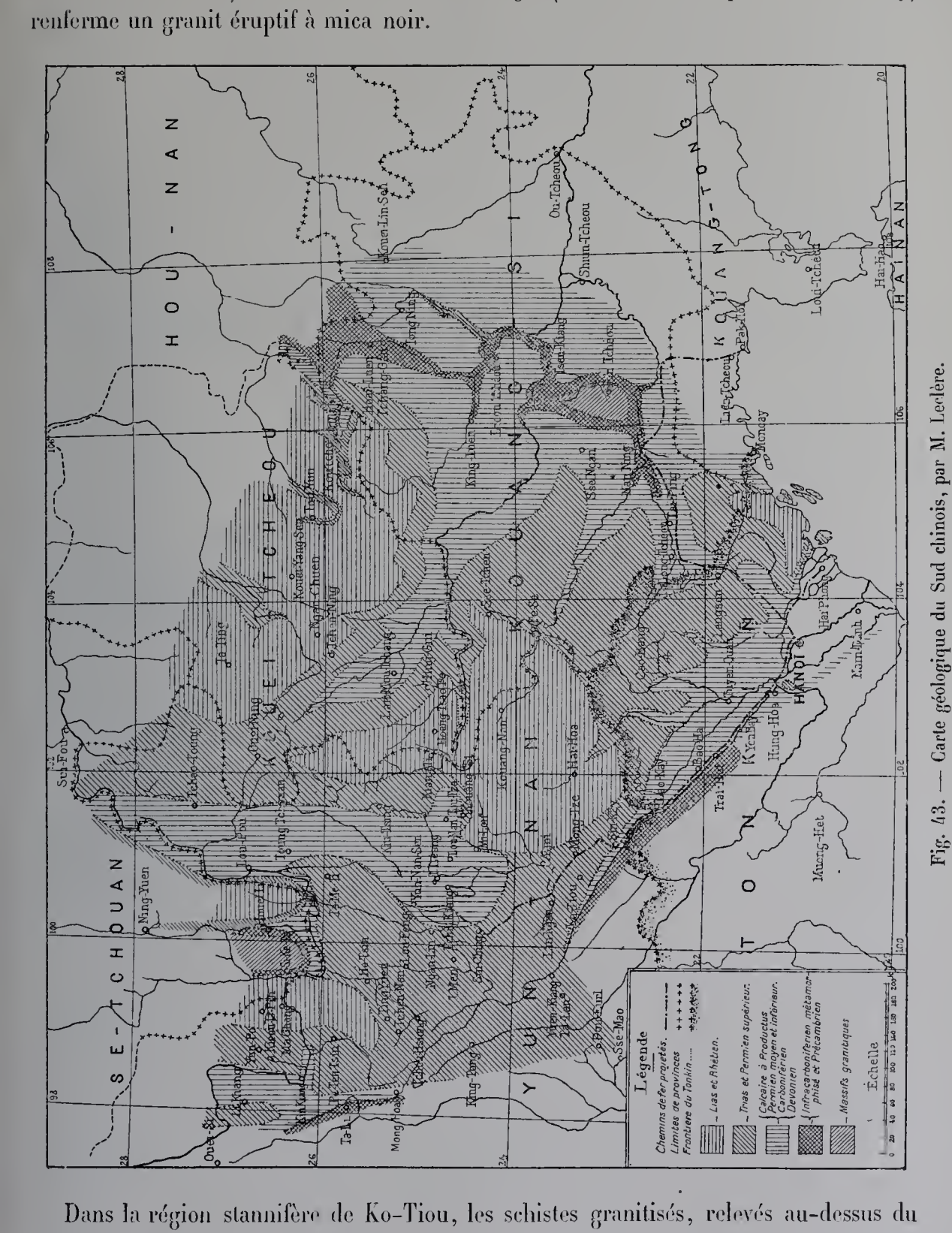


Fig. 43. — Carte géologique du Sud chinois, par M. Leclère.

Dans la région stannifère de Ko-Tiou, les schistes granitisés, relevés au-dessus du bassin de Mong-Tze et traversés par une pegmatite à tourmaline, renferment, à 1,600 mètres, de la tourmaline et du sphène.

Dans les régions d'épanchements mélaphyriques des bords du fleuve Bleu, la roche de profondeur est une diorite à bytownite, passant à des amphibolites nettement schis-

teuses. Cette diorite a des filons d'une roche à deux temps, composée de microgranulite à amphibole, avec mica noir, oligoclase et pyrite.

Entre le Ia-Long-Kiang et le Kien-Chan, l'arête principale de la boucle du fleuve Bleu est formée par un massif de leptynite à quartz vermiculé très abondant, renfermant à l'est de Houi-Li-Tchéou des dykes puissants de syénite néphélinique, composés d'orthose, d'albite, de microperthite, de néphéline et d'oegyrine; accessoirement apparaissent une amphibole de la famille de l'arfvedsonite, une lépidomélane, du sphène, de la sodalite et de la cancrinite. En outre, un des échantillons a présenté un minerai paraissant nouveau, associé à l'oegyrine, sensiblement rhombique, à biréfringence voisine de 0,03, avec deux clivages rectangulaires parallèles à l'allongement, avec lequel coïncide la bissectrice positive; les axes optiques font un petit angle; le minéral est incolore et assez réfringent; ces propriétés éliminent tous les minéraux, incolores en lames minces, des syénites néphéliniques déjà connues.

Le passage de la ligne de fracture du grand Khin-Gan, au nord-est de Nan-Ning-Fou, est marqué par l'apparition d'un granit à grands cristaux, chargé de biotite, au-dessus duquel on trouve encore des schistes granitisés.

2° *Roches d'épanchement.* — La partie centrale des roches basiques du fleuve Bleu se compose principalement d'un mélaphyre labradorique : grands cristaux de péridot transformé en bowlingite, d'augite, de labrador non zoné et à éclat vitreux; microlites de labrador et d'augite à structure fluidale, disséminés dans un verre altéré, riche en cristallites de magnétite.

Le prolongement, dans la partie septentrionale du Yun-Nan, du massif interstratifié à la base du carboniférien, se compose de porphyrites andésitiques moins basiques, à structure microlitique, parfois enchevêtrée, parfois cristallitique, arborisée ou variolitique, de microlites d'oligoclase et d'augite, parfois d'andésine, dans un magma vitreux, souvent transformé en chlorite avec sphère secondaire et produits ferrugineux. Les mêmes roches apparaissent encore près de Mei-Tchai, au passage de la rivière de Kou-Tchou, dans la zone de fracture du grand Khin-Gan. Elles s'y trouvent aussi à l'état de brèches.

Au passage même de la zone à Yang-Tze-Lan, entre Nan-Ning et Lang-Son, on rencontre, sous le calcaire carboniférien, un porphyre à quartz globulaire, à grands cristaux d'albite, qui se retrouve au Tonkin, dans la même direction.

Un basalte labradorique, analogue aux mélaphyres du fleuve Bleu, forme la roche principale de la nouvelle concession française de Kouang-Tchéou-Ouan.

Tous les dépôts sédimentaires jusqu'au lias sont traversés par un porphyre pétrosiliceux rouge à grands cristaux de quartz bipyramidé très rongé, d'orthose vitreux, passant parfois à la microperthite, et d'oligoclase. Les quartz anciens sont cerclés de quartz plus récent, orienté comme eux.

Enfin, des filons de diabase ont traversé la diorite du fleuve Bleu et se sont épanchés au-dessus du système archéen, depuis ce fleuve jusqu'au Tonkin (à 1,200 mètres dans la vallée du Sin-Chiem-Hô).

Le massif granitique au nord de Nan-Ning renferme des filons de tourmalinite quartzeuse.

Les roches et les fossiles rapportés par M. Leclère viennent confirmer la grande unité géologique des régions chinoise et indo-chinoise; ils mettent en évidence des analogies partielles, très intéressantes, avec la Perse et l'Inde à l'ouest, la Chine septentrionale et le Japon au nord, l'Indo-Chine et les îles de la Sonde au sud.

Outre les roches cristallines qui ont été examinées par MM. Michel Lévy et Lacroix, outre les fossiles qui ont été étudiés par M. Douvillé, avec le concours de M. Cayeux, M. Leclère a rapporté aussi des empreintes végétales; il les a confiées à M. R. Zeiller (Communication à l'Académie des sciences du 22 janvier 1900).

La plupart des gîtes, sur lesquels M. Leclère a pu récolter des empreintes végétales, appartiennent à l'époque secondaire.

On savait déjà, par les travaux de M. F. von Richthofen et M. L. von Loczy, que la Chine renferme de nombreux gisements de charbon, d'importance inégale, appartenant : les uns au terrain houiller, les autres à la portion inférieure ou moyenne du terrain jurassique; mais on ne possédait à leur égard que des données fort incomplètes pour les provinces méridionales chinoises et, en particulier, pour le Yun-Nan.

Les gîtes passés en revue par M. Zeiller sont :

1° Taï-Pin-Tchang, sur la limite du Yun-Nan et du Se-Tchouen, à l'ouest de Young-Peï-Ting. La liste des formes d'empreintes énumérées par M. Zeiller dans sa communication comprend à la fois des espèces du rhétien d'Europe, du trias et du lias de l'Inde, ce qui conduit à reporter le gisement charbonneux de Taï-Pin-Tchang à l'étage rhétien, de même que ceux de Hongay et de Ké-Bao, au Tonkin, avec lesquels il présente une remarquable similitude de flore.

2° Mi-Lo-Ch'ien, dans l'est du Yun-Nan, entre Kouang-Si-Tchéou et Tcheng-Kiang. Les schistes recueillis dans cette localité n'ont offert que de menus débris végétaux, où M. Zeiller a pu reconnaître cependant des lambeaux de frondes d'un *Tæniopteris* et d'un *Dictyophyllum*.

3° Kiang-Ti-Ho, à la limite commune du Yun-Nan, du Kouéï-Tchéou et du Kouang-Si. Les plaques de grès micacés rapportées de ce gisement par M. Leclère renferment une Pécoptéridée à nervation indistincte et des lambeaux de frondes très incomplets et difficiles à caractériser exactement.

4° Tchong-King, dans la région orientale du Se-Tchouen, sur le Yang-Tsé-Kiang. M. Monod, attaché à la mission, a rapporté de Tchong-King des schistes renfermant des empreintes de folioles détachées de *Podozamites distans* Presl.

Ces quatre localités paraissent ainsi correspondre par leur flore aux gisements du Tonkin et pouvoir être placées les uns et les autres dans l'étage rhétien.

Il est intéressant de constater dans ces gisements de la Chine méridionale, comme dans ceux du Tonkin, la présence du genre *glossopteris*.

Le terrain houiller se montre d'ailleurs dans le sud chinois, car M. Leclère a recueilli des échantillons non douteux de *Stigmaria ficoïdes* à Siao-Choui-Tsin, à l'extré-

mité sud du Sé-Tchouen, à l'ouest de Toung-Tchouan. Il a récolté, en outre, non loin de cette dernière ville, à La-Kou, dans le Yun-Nan, des empreintes susceptibles d'être considérées comme des organes appendiculaires de *Stigmaria,* mais trop incomplètes et trop mal conservées pour qu'il soit possible de les caractériser sûrement et d'affirmer l'existence du terrain houiller sur ce point.

Enfin, M. Zeiller mentionne, comme offrant des restes de végétaux fossiles, des tufs, probablement quaternaires, recueillis, les uns à Tche-Ngan-Tchaï, près de Mong-Tze, dans le sud du Yun-Nan et renfermant des feuilles de *Ficus,* les autres à Lou-Meï-Yé, dans le Yun-Nan oriental, non loin de Kouang-Si-Tchéou, et présentant de petites feuilles ovales, qui ont été reconnues par lui, d'accord avec M. Franchet, comme paraissant appartenir à une Ericinée ou à un Rhododendron, ou à un Agapethes.

Le voyage de M. Leclère dans la Chine méridionale, en 1898-1899, fut précédé d'une exploration géologique au Tonkin, qui commença le 5 décembre 1897 et qui permit de relier la géologie de cette colonie française aux travaux classiques, sur la Chine, de MM. von Richthofen et von Loczy. Ce voyage permit ainsi de combler la lacune qui existait dans l'étude géologique des pays situés entre l'Indo-Chine et l'Asie centrale.

M. Leclère parcourut les régions les plus importantes du Yun-Nan et la bordure méridionale du Se-Tchouen; il traversa le Kouéï-Tchéou et le Kouang-Si.

Il suivit en premier lieu les bords du fleuve Rouge, entre Haï-Phong et Lao-Kay. Autour de Lao-Kay et de Mong-Tze, il explora la région que traversera le chemin de fer du Yun-Nan. De Mong-Tze, il se rendit ensuite à Yun-Nan-Sen, dont il étudia les environs, puis à Ta-Li-Fou par Tong-Tchouan, Houi-Li-Tchéou et Iun-Pe-Ting.

Les observations de M. Leclère dans cette région concordent complètement avec celles de M. von Loczy.

Revenu de Ta-Li-Fou à Yun-Nan-Sen, il se rendit à Kouéi-Yang, par Chin-I-Fou et Tchen-Lin. Grâce à l'appui des autorités chinoises, il put passer du Kouéi-Tchéou au Kouang-Si. Il revint enfin de Kouéi-Lin à Hanoï par Liou-Tchou, Nan-Ning et Lang-Son.

Tout le parcours s'est effectué uniquement par voie de terre jusqu'à Nan-Ning. M. Leclère y fut accompagné par M. le vicomte de Vaulserre à partir de Ta-Li-Fou, et par M. G. Monod de Yu-Nan-Sen à Kouéi-Yang, d'où ce dernier se rendit à Tchong-King.

De ce voyage, M. Leclère a pu rapporter l'étude comparative de la géologie du sud chinois et de celle de l'Indo-Chine. Voici un résumé de son rapport.

La contrée comprise entre le fleuve Bleu et le Tonkin forme, sauf les déplacements locaux des parties supérieures des voussoirs, une région tabulaire affaissée par gradins parallèles, postérieurs à l'époque liasique et étagés depuis l'altitude de 100 mètres, qui est celle du culm, au centre du Kouang-Si, jusqu'à celle de 3,000 mètres, que le même horizon occupe sur les bords du fleuve Bleu. Un immense massif de mélaphyres, interstratifié à la base du système carbonifèrien, forme le *horst,* à partir duquel s'est effectué l'affaissement, et détermine le rebroussement du fleuve Bleu vers l'est. Toutes

les grandes lignes d'affaissement sont parallèles au système du Khin-Gan, déjà reconnu dans la Chine septentrionale et centrale par MM. von Richthofen et von Loczy; ce système se prolonge sur plus de 20 degrés en longitude; l'arête du grand Khin-Gan, franchie par le fleuve Bleu auprès d'Itchang, détermine un affaissement de 1,000 mètres entre le Kouéi-Tchéou et le Kouang-Si; elle passe entre Nan-Ning et Lang-Son, et revient former la côte du Tonkin, où elle est interceptée par un autre faisceau de fractures miocènes, enserrant le cours du fleuve Rouge.

Il importe de signaler que le système du Khin-Gan concorde complètement avec la direction de l'axe d'effondrement tracé *a priori* sur l'Asie orientale dans le mémoire publié en 1898 par M. Michel Lévy.

Le passage même du grand cercle des Andes est marqué dans la boucle du fleuve Bleu par des dykes de syénite à néphéline.

La série des formations sédimentaires comprend :

1° le système archéen avec schistes, quartzites et phyllades, le tout souvent granitisé;

2° le système dévonien, peu développé;

3° une formation calcaire d'une immense étendue, contenant à sa base un horizon du dévonien supérieur, puis des grès et schistes avec houille, ensuite des horizons nettement carboniférien, permiens et même triasiques;

4° un trias proprement dit, composé d'argiles et de grès bariolés, salifères et gypsifères, avec cargneules;

5° l'étage rhétien du Tonkin, surmonté par un calcaire dolomitique;

6° des bassins lacustres miocènes et quaternaires[1].

Dès le début de sa mission et pendant toute la suite de son voyage en Chine, M. Leclère constata la présence, du bord de la frontière du Tonkin jusqu'au fleuve Bleu, de gisements exceptionnellement étendus de houille grasse, renfermant un combustible d'une qualité inconnue au Tonkin et rare, même en Chine, bien que cette contrée soit peut-être plus riche en houille que tous les autres pays du globe, d'après l'explorateur.

Outre ces richesses, la Chine méridionale a des gisements de fer, situés sur les bords mêmes du fleuve Rouge, et d'innombrables gisements de cuivre. Ces derniers sont exploités par les indigènes depuis les temps les plus reculés; ils ont été signalés au public français par M. Rocher et par l'ingénieur de la mission lyonnaise; leur possession a été le principal objectif de la conquête chinoise, faite pour procurer à l'empire du Milieu son métal monétaire. Leur production totale était au XVIIe siècle de 5,000 à 6,000 tonnes; elle est maintenant réduite à 1,500 tonnes, par suite de la disparition du combustible végétal, si employé dans le traitement métallurgique chinois.

Les gisements de houille grasse du Yun-Nan renferment un charbon à plus de 30 p. 100 de matières volatiles et souvent moins de 6 p. 100 de cendres. Ils n'ont

[1] Compte rendu de l'Académie des sciences (22 janvier 1900).

IMPRIMERIE NATIONALE.

jamais été signalés avant M. Leclère; leur découverte fut d'ailleurs accueillie d'abord avec un certain scepticisme.

Cependant il avait été question souvent déjà de l'existence de la houille dans le pays situé au sud du fleuve Bleu, pays plusieurs fois grand comme la France et des plus favorisés du monde entier, au point de vue minier.

La houille grasse est aussi abondante au Yun-Nan que la houille maigre sur la côte du Tonkin et que la houille anthraciteuse et cendreuse au Kouéi-Tchéou, signalée par la mission lyonnaise.

La houille grasse du Yun-Nan, exploitée, arrachée par les procédés les plus rudimentaires, vaut actuellement moins de 10 francs la tonne sur des marchés que le chemin de fer de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen desservira le long du fleuve Rouge; elle pourra donc arriver jusqu'à Haï-Phong au prix de 25 francs la tonne et faciliter par des mélanges la vente des charbons maigres formant 70 p. 100 de la production du Tonkin; elle permettra ainsi le développement d'une industrie locale née près des gisements de cuivre et de fer indo-chinois.

Les *Annales des Mines* vont publier une notice sur le régime minier des régions chinoises parcourues par M. Leclère, ainsi que l'ensemble de ses observations géologiques.

En voici les points saillants :

Depuis Lao-Kay, à la frontière du Tonkin, et même depuis Bao-Ha, jusqu'à une centaine de kilomètres au-dessus de Man-Hao, point extrême du voyage de M. Leclère sur le fleuve Rouge, le cours d'eau ne cesse de suivre, tantôt des schistes métamorphiques, tantôt des grès amphiboliques, dont l'horizon forme, au-dessus des schistes gneissiques, une nappe d'une vingtaine de mètres de puissance; cette nappe représente l'équivalent lointain des épanchements de porphyrite interstratifiée à la base du système carbonifèrien dans les régions supérieures du Yun Nan.

A Long-Po, sur la frontière du Tonkin, M. Leclère franchit le fleuve Rouge le 11 février 1898 puis suivit sa rive gauche, en territoire chinois.

Le sentier qui mène à Sin-Kay monte à 600 mètres d'altitude et traverse une région de grès carboniféricns présentant en divers points, vers 400 mètres d'altitude, des témoins du calcaire d'Along; 5 rivières transversales coulent sur un fond de gneiss; au voisinage de leurs embouchures, leurs lits renferment des galets de gneiss, plus rarement de calcaire et de grès de Bao-Ha.

En aval de Man-Hao, dans le Chien-Ho, on voit affleurer une couche charbonneuse très épaisse, semblable à celles de Lao-Kay.

Cette couche porte la trace d'une exploitation, qui a laissé des débris de houille schisteuse sur 15 mètres de hauteur.

A partir de cet endroit, on rencontre tout autour de Man-Hao, dans les ravins, des couches charbonneuses disloquées.

La présence de la houille dans cette région, notamment à Hoo-Lon, est d'ailleurs

parfaitement connue des Chinois. Ses affleurements sont particulièrement visibles près du chemin qui monte, par une longue suite de gradins, de Man-Hao à Mong-Tze.

Au-dessus du cimetière chinois de Man-Hao, on remarque des bancs très intéressants de calcaire d'Along, immédiatement superposés à la formation carboniférienne gréseuse.

A Man-Hao, le lit du fleuve Rouge est parsemé, comme à Lao-Kay, d'écueils de pegmatite, qui semblent former la berge de la rive droite.

L'ascension vers Mong-Tze, par le village de Iao-Teou, s'effectue d'abord sur le grès carbonifèrien et sur le calcaire d'Along; une grande faille, parallèle à la direction générale du fleuve Rouge, ramène ensuite les terrains cristallins, plus ou moins désagrégés, sur lesquels on s'élève. Sans pouvoir reconnaître les strates précambriennes, cachées probablement sous les éboulis quartzeux, on arrive de nouveau à la base des calcaires d'Along, qui se trouvent à environ 1,200 mètres d'altitude et qu'on rencontre encore dans des failles étagées jusqu'à 1,800 mètres; on monte à travers ces calcaires jusqu'à 2,000 mètres, au col de Chui-Tien. Le paysage y est très curieux : des cirques creusés par dissolution dans les calcaires laissent une multitude de pitons coniques isolés; les fonds des cirques et les intervalles des pitons sont comblés par des éboulis presque complètement nivelés; ils forment ainsi de petites plaines séparées par des seuils abrupts et souvent aménagées en rizières, surtout lorsqu'elles se trouvent près de la base des calcaires, où la décomposition des niveaux schisteux et carboniféries fournit le terrain argileux nécessaire à la culture en bassins inondés. Parfois, comme aux environs de Iao-Teou, le sol est au contraire presque stérile; il se compose alors de débris de grès bigarrés, de poudingues gypseux et de calcaires cloisonnés; ces débris proviennent d'une formation supérieure que l'ensemble des observations de M. Leclère permet de rapporter au trias.

La descente sur Mong-Tzé, à partir de la cote 2000, entre Chui-Tien et Ah-Chang-Kay, s'effectue d'abord sur un plateau stérile, formé par les couches bigarrées du trias inférieur, dans lequel on rencontre souvent des cirques d'effondrement aboutissant au calcaire sous-jacent. Les couches triasiques s'abaissent progressivement jusqu'au bassin pliocène de Mong-Tzé, où on les trouve en bordure près de Ah-Chang-Kay; elles sont d'ailleurs enclavées dans les calcaires, qui apparaissent à peu de distance et constituent dans l'ensemble, au sud comme à l'est, la ceinture du bassin de Mong-Tzé; celui-ci est un fond de lac encore occupé en partie par des étangs et situé à environ 1,500 mètres d'altitude; les eaux s'écoulent souterrainement vers l'est sous les calcaires et vont rejoindre dans la région d'Ami-Tchéou le bassin supérieur du Si-Kiang.

Les couches bigarrées d'argile schisteuse et de grès triasiques, reposant sur les calcaires d'Along, se rencontrent fréquemment au sud du bassin de Mong-Tzé. On les recoupe notamment en se rendant de Mong-Tzé à Lean-Shouei-Sin, petit hameau au milieu de pitons calcaires, ne portant aucune trace visible de stratification, d'où l'impossibilité de discerner dans cette région si le lambeau triasique, qui forme une sorte de berge le long de la plaine de Mong-Tzé, repose sur les calcaires en discordance plus

ou moins marquée; mais M. Leclère admet que les lambeaux triasiques se sont considérablement déplacés par glissement, relativement au calcaire sous-jacent.

Ces calcaires des environs de Mong-Tzé sont extrêmement métamorphiques, souvent veinés de rouge et ne présentent que très rarement la trace de fossiles déterminables. L'aspect si caractéristique des collines rocheuses de Mong-Tzé se reproduit dans toute la Chine méridionale; les hauteurs calcaires dépassent rarement 300 mètres, atteignent exceptionnellement 500 mètres et surgissent au-dessus des plaines par des pentes d'environ 40 degrés sans aucun raccordement par talus d'éboulement; elles se présentent souvent en pitons isolés, dont les surfaces coniques ont une pente régulière de 40 degrés. Ces pitons, lorsqu'ils sont alignés, ont une direction générale parallèle à celle de cassures nettement visibles sur leurs parois verticales.

Le pays est complètement dénudé depuis environ deux cents ans, par suite de l'étonnante consommation de charbon de bois faite par les Chinois pour l'exploitation des minerais métalliques. Et cependant toute la région élevée du Yun-Nan et du Kouéi-Tchéou était couverte de grands arbres résineux. Depuis la disparition des forêts, chaque saison, les pluies creusent des ravins profonds dans les flancs des collines calcaires, qui se dégagent ainsi de plus en plus des débris triasiques les recouvrant par places; alors apparaît une multitude de pointements aigus, formant en général une saillie de quelques mètres et percés d'innombrables cavités qu'on ne peut guère attribuer aux actions atmosphériques; les formes bizarres de ces écueils paraissent être le résultat d'une corrosion souterraine aboutissant à l'isolement des parties plus résistantes par suite d'une cristallisation ou d'une dolomitisation plus avancée. Les observations micrographiques faites par M. Cayeux confirment cette hypothèse.

La trace de l'action chimique souterraine est d'ailleurs mise en évidence par les déblaiements qui s'effectuent chaque année; les pointements calcaires fraîchement découverts sont revêtus d'une couche farineuse de quelques centimètres d'épaisseur en général; ce résidu d'une dissolution incomplète se détache bientôt sous l'action des agents atmosphériques et laisse alors à nu la surface lisse du calcaire compact, permettant parfois d'apercevoir des groupes de fossiles spathisés, encore engagés dans la roche inattaquée. Parfois, avant la disparition de la couche farineuse, on y rencontre ces mêmes fossiles complètement isolés; ils ont permis à M. Douvillé de bien établir que ces calcaires, soudés par la base à la formation carboniférienne du Tonkin, s'élèvent jusqu'au trias moyen.

La faune permienne peut d'ailleurs faire défaut dans les régions du Kouang-Si, où les calcaires paraissent rester carbonifériens; pour tenir compte d'une transgression possible, M. Leclère appelle calcaires de Lou-Nan ceux paraissant contenir une faune permienne.

Depuis la mission Doudart de Lagrée, les calcaires du Yun-Nan restaient classés comme appartenant à l'étage dévonien. D'autre part, les voyageurs qui ont visité successivement le Yun-Nan et le Kouéi-Tchéou ont tous affirmé l'existence de gisements houillers carbonifériens, c'est-à-dire contemporains de ceux du nord de la Chine. L'apparition

constante d'un calcaire, que l'on croyait être dévonien, semblait une preuve de discontinuité qui avait fait naître des doutes sur la valeur des richesses minérales entre Mong-Tzé et Tao-Tzé, dans le Sin-Chien-Ho.

Le futur chemin de fer de Sin-Kay à Mong-Tzé parcourra d'abord un remplissage pliocène jusqu'au village de Ho-Kia-Tchai, où se retrouve la bordure triasique. Jusqu'à Sin-Chien, il suivra un plateau mamelonné, paraissant formé de grès carboniférien, avec veinules de schistes charbonneux portant la trace de quelques petites extractions superficielles indigènes, dans les affleurements de Sin-Chien. Tout ce bassin de Sin-Chien est dominé par des escarpements calcaires.

Entre Sin-Chien-Hi et Mi-Mi-Ti on rencontre des phyllades au-dessous du grès carboniférien, vers la cote 1350; ces phyllades sont lustrées et d'une teinte variant du vert au bleu. Elles se divisent d'une manière très remarquable en plaquettes rectangulaires et leur aspect est nettement sédimentaire; mais elles ne présentent pas de traces de fossiles. Au-dessous de ce niveau, à la cote 1000, notamment dans le ravin où tombe en cascade la rivière de Tao-Tzé, on trouve un quartzite gris noirâtre, en général compact, mais souvent parsemé de couches d'oxyde de fer. Vers 800 mètres, le quartzite repose sur le gneiss et le micaschiste, qui apparaissent en failles nord-ouest sud-est pour former la falaise de la vallée du fleuve Rouge. Ces phyllades et ces quartzites ne peuvent être rapportés qu'à l'étage précambrien.

Dans la vallée haute de Tao-Tzé (1,500 mètres), il y aurait, d'après les indigènes, un gisement de fer. Sur la rive droite du Sin-Chien-Ho, montent, jusqu'à environ 1,500 mètres, des épanchements de pegmatite à tourmaline. Dans les calcaires se trouvent de beaux filons de stibine.

De Tao-Tzé jusqu'à Ma-Kay-Tchai, on remonte dans l'horizon carboniférien et, de là, dans le trias, formé d'un grès désagrégé, très perméable et sans fossiles.

Enfin, le long du tracé de la voie ferrée jusqu'à Mong-Tzé, M. Leclère mentionne un gisement de houille exploité, à peu de distance de Sin-Chien et à l'ouest; le charbon est vendu à la fabrique de chaux de Mong-Tzé. La mine occupe une vingtaine d'ouvriers; l'extraction se fait par une multitude de petits puits temporaires creusés dans l'affleurement d'une couche d'environ 1 mètre de puissance. La houille, très altérée, est moulée en forme de briques.

Le tracé du chemin de fer rencontre donc la houille entre Sin-Kay et Mong-Tzé.

Entre Mong-Tzé et Hong-Chouen-Li, M. Leclère reconnut la bordure des gisements d'étain de Ko-Tiou, ainsi que la région située sur la rive droite du fleuve Rouge. Le gisement d'étain se trouve auprès d'un petit poste voisin de To-Mou-Ko. Les travaux étaient abandonnés depuis peu; le gisement comprend un chapeau de filon remplissant une cassure presque verticale dans le calcaire de Mong-Tzé. Le minerai est disséminé dans une argile ocreuse, dont les inclusions sont formées de grains irréguliers de cassitérite, souvent visibles; l'épaisseur moyenne du remplissage entre les parois calcaires est d'environ 1 mètre. La galerie d'extraction suit le filon sans entamer le calcaire.

Il y a de nombreuses exploitations de même importance dans la région. Mais le

plus souvent l'étain disparaît en profondeur et le remplissage du filon se charge de concrétions cuivreuses. Aussi l'oxyde de cuivre apparaît-il fréquemment dans les laveries des mines.

Le sentier qui conduit du lac de Mong-Tzé à Ko-Tiou, centre des exploitations stannifères, s'élève d'abord sur un lambeau de trias éboulé, puis, par gradins d'une excessive raideur, sur les schistes gneissiques, qui sont ramenés au-dessus du bassin de Mong-Tzé par une grande faille parallèle au fleuve Rouge; à 1,900 mètres environ, le gneiss fait place au quartzite, probablement précambrien. Le sentier monte ainsi sur un terrain gréseux et arrive à la base du calcaire de Mong-Tzé, vers 2,100 mètres; il redescend alors sur Ko-Tiou, en rencontrant le précambrien à nouveau. La ville de Ko-Tiou est à 1,900 mètres, au pied d'une nouvelle faille parallèle au fleuve Rouge, formant à l'est de la vallée une paroi presque verticale; du côté ouest, les pentes sont constituées par le terrain triasique, qui se relève, au sud et au nord, par une série d'ondulations du trias accolé à la faille, de sorte que les eaux réunies péniblement à Ko-Tiou, pour le lavage de l'étain, s'accumulent dans un étang d'où elles s'échappent le long de la grande faille de l'est, entre Ko-Tiou et Mong-Tzé. Les calcaires atteignent jusqu'à 2,600 mètres d'altitude.

De Ko-Tiou à Mien-Tien, par Pan-Che-Hoa, le chemin rencontre beaucoup de ravins, où l'on reconnaît les couches lacustres, dans lesquelles il y a de nombreuses intercalations de lignite en filets irréguliers et discontinus. La formation lignitifère s'épaissit à Mien-Tien, où existe une exploitation permanente. La couche (1 mètre d'épaisseur sur 1 kilomètre carré) se compose presque exclusivement de bois fossiles, souvent pyriteux mais peu cendreux (5 à 7 p. 100). Le prix sur place est très variable, en moyenne 4 francs la tonne.

A 12 kilomètres au sud de Mien-Tien, et à 1,800 mètres environ, se trouve la mine de cuivre de Ve-Tao-Chan, dont le gisement est sur le flanc de l'escarpement qui prolonge la grande faille de Mong-Tzé; on n'y voit pas apparaître l'horizon gneissique, mais un ensemble de couches de grès et de schistes altérés, au-dessus duquel on aperçoit les calcaires de Mong-Tzé.

Les lignites disparaissent dans la région de Mong-Tzé, où quelques fouilles ont rencontré des marnes noires, mais où le remplissage lacustre paraît beaucoup moins important qu'à Mien-Tien.

Deux routes de caravanes conduisent de Mong-Tzé à Yun-Nan-Sen. La première, presque constamment dans les bassins pléistocènes, passe près de Lin-Gan et suit la région des lacs; c'est elle qui se rapproche le plus du tracé de la voie ferrée. La deuxième, dont les variations d'altitude sont importantes, descend franchement dans le bassin du Si-Kiang; c'est cette dernière route que suivit M. Leclère. Il franchit d'abord un col, à 100 mètres d'altitude, où le calcaire de Mong-Tzé apparaît surmonté de grès assez bariolés, à forte inclinaison. En descendant sur A-Mi-Tchéou, il rencontra dans les grès une couche charbonneuse altérée. Le bassin lacustre d'A-Mi-Tchéou, situé à 1,200 mètres, est analogue à celui de Mong-Tzé.

Ce bassin est bordé à l'est par une série de collines bariolées, où les îlots calcaires sont rares et n'apparaissent que sur les sommets les plus élevés. Les roches de ces collines doivent être rapportées à l'infra-lias et les calcaires qui les surmontent sont analogues aux couches fossilifères et dolomitiques de Ia-Pou.

La houille abonde sur le marché d'A-Mi-Tchéou, amenée sur les bâts des chevaux (prix de revient : environ 7 à 10 francs la tonne). Deux gisements houillers sont en exploitation dans la région. Le plus important est celui de Pou-Tchao-Po, à 18 kilomètres à l'Est et à 55 kilomètres environ de Mong-Tzé. Le sentier qui y conduit, fort abîmé par les transports, passe d'abord au milieu de collines triasiques, puis aboutit dans une large plaine, où la rivière, affluent du Pa-Ta-Ho, met à nu, sur une grande longueur, l'affleurement d'une couche épaisse faiblement inclinée vers l'est. Le gisement est dominé par des collines de grès versicolore surmonté de lambeaux calcaires infra-liasiques.

L'autre gisement est celui de Ni-Ou-Ke, à 15 kilomètres d'A-Mi-Tchéou et à 40 kilomètres de Mong-Tzé. La couche, très régulière, a 1 m. 20 de puissance.

D'A-Mi-Tchéou, M. Leclère se rendit à Kouai-Ti, en suivant la rivière d'A-Mi-Tchéou; il rencontra toujours les schistes et les grès versicolores surmontés de calcaires, jusqu'à Phong-Pou, et même au delà, jusqu'au Tchou-Iuen. De là à Mi-Leu-Chien, le chemin suit la faille de Kouai-Ti, puis il chemine sur un plateau de grès versicolores, nivelés par quelques dépôts lacustres. Les collines des environs renferment des affleurements charbonneux. La houille est très brillante, lorsqu'elle est encaissée dans des schistes, que M. Zeiller a reconnus comme appartenant au rhétien.

De Mi-Leu-Chien à Ta-Me-Ti, le sentier franchit un massif calcaire, puis s'élève de 1,500 ou 2,100 mètres en recoupant un réseau de failles à cassures perpendiculaires; à 2.100 mètres on trouve un niveau de phtannites caractéristiques de l'étage carbonifèrien, à la base du calcaire d'Along et bordant le village de Ta-Me-Ti, qui est entouré de cirques d'effondrement analogues à ceux de Mong-Tzé. Des débris du trias apparaissent sur le plateau entre les pointements calcaires.

Entre Ta-Me-Ti et Lou-Nan-Tchéou, se trouve une curieuse région de calcaires ruiniformes, qui couvrent à perte de vue toutes les collines à l'est de Lou-Nan. Ces calcaires disparaissent sous des couches bigarrées portant un lambeau de grès rouge réthien, près duquel est bâti Lou-Nan. Les fossiles recueillis dans les calcaires ruiniformes ont permis à M. Douvillé de classer leur horizon dans la partie moyenne du permien. La faune présente des analogies remarquables avec celle de Djoulfa (Perse); elle est accompagnée de fusulines, se retrouvant à l'île de Timor et au Japon. Tel est le calcaire de Lou-Nan.

Le grès rouge forme, dans toute la partie nord du Yun-Nan, un horizon constant au-dessous de la houille rhétienne. Au-dessus de ce grès, sur la bordure ouest de la plaine pléistocène du Yun-Nan, apparaissent encore des lambeaux versicolores et des affleurements de houille.

De retour à Lou-Nan, M. Leclère se rendit à Chi-Leang-Chien, importante sous-

préfecture. Le sentier suit d'abord une cassure perpendiculaire à la grande faille qui limite le bassin de Lou-Nan et rencontre des alternances de schistes et de calcaires en plaquettes très fossilifères (dévonien supérieur). Le plateau de schistes continue jusqu'à la plaine de Chi-Leang-Chien, dont la rivière charrie des fragments de houille. Dans cette plaine, qui renferme une couche de lignite, se trouve une source chaude, sulfureuse et bitumineuse, dégageant de nombreuses bulles d'azote et dont la température est de 75 degrés.

La ville de Yun-Nan-Sen s'élève au milieu d'une nappe d'alluvions récentes; les collines environnantes sont formées de schistes altérés, avec des lambeaux de calcaires fossilifères de même âge que ceux d'Along. L'horizon général de la plaine est nettement carboniférien; la région a même un affleurement de houille exploité à Liéou-Long-Ouan, près de la pagode de He-Long-Tan. Ce gisement est peu connu des Chinois eux-mêmes. La couche se trouve à 40 mètres environ au-dessous du calcaire. La houille en est analogue à celle de Tou-Tza.

Yun-Nan-Sen est le point terminus de la voie ferrée projetée, qui partira de Haï-Phong (Tonkin). C'est là aussi que M. Leclère a arrêté ses explorations géologiques.

Gisements miniers du sud chinois.

Houille. — Depuis le dévonien, les diverses formations sédimentaires de la Chine méridionale contiennent du charbon, souvent pur et propre à la fabrication du coke. La contrée explorée par M. Leclère est destinée à devenir une région charbonneuse très importante. Le système carboniférien existe sur tout le parcours de la future ligne de Haïphong à Yun-Nan-Sen.

La houille carboniférienne est abondante mais souvent cendreuse au Kouéi-Tchéou et au Yun-Nan septentrional, sauf au Kouang-Si. La formation houillère ne paraît se retrouver à l'est que dans la province de Kouang-Toung et au Hou-Nan.

Des gîtes carboniférens exploitables existent depuis Tou-Tza jusqu'à Heu-Tsing-Pou; la houille y est mi-grasse et donne un coke excellent.

La région de Tou-Tza peut être mise en communication avec la ligne de Yun-Nan-Sen.

Au-dessus du carboniférien, les étages permien, triasique et rhétien contiennent tous des niveaux houillers exploitables, reconnus par M. Leclère :

1° dans le permien, à Lan-Mou-Tchang (Kouéi-Tchéou);

2° dans le trias, à Cha-Tze-Kang (Kouéi-Tchéou) et probablement aux environs de Mong-Tzé (Pa-Che-Kai);

3° dans le rhétien, au Kouang-Si occidental et au Yun-Nan. Ces dépôts sont considérables; au delà du fleuve Bleu, ils sont reliés aux gisements du Tsé-Tchouan, signalés par M. von Richthofen.

Cette houille rhétienne est essentiellement flambante (32 à 38 p. 100 de matières volatiles); elle s'agglomère cependant sur les grilles et son coke est très boursouflé; mais la teneur en cendres est faible.

L'étage rhétien est la dernière des sédimentations connues dans la Chine méridionale (sauf des recouvrements tertiaires lacustres et peu puissants); il en résulte que la houille rhétienne est à faible profondeur presque toujours. Les couches sont de plus faiblement inclinées, par suite de la formation tabulaire, affaissée par gradins successifs, de la région. Les exploitations chinoises contiennent parfois des traces de grisou, bien qu'elles soient installées sur les affleurements.

Comme gisements de houille rhétienne visités par lui, M. Leclère cite les mines de Pou-Tchao-Pa, à 18 kilomètres à l'est d'A-Mi-Tchéou. La rivière du pays, affluent du Pa-Ta-Ho, a mis à nu sur une grande longueur l'affleurement d'une épaisse couche, faiblement inclinée vers l'est. Cet affleurement a été exploité un peu partout à ciel ouvert. La houille est d'un bel aspect dans les parties profondes; elle a été analysée à l'École supérieure des Mines. Les résultats sont les suivants :

	p. 100.		p. 100.
Eau hygrométrique	6.00	Carbone fixe	51.00
Matière volatiles	38.00	Cendres	5.00

Pouvoir calorifique..... 7,060 calories.

La production de la région d'A-Mi-Tchéou, au moment du passage de M. Leclère, était évaluée à 2,000 ou 3,000 tonnes par an, suffisant et au delà à la consommation locale d'une région mal peuplée et encore boisée.

A 15 kilomètres d'A-Mi-Tchéou, M. Leclère visita le gisement de Ni-Ou-Ke qui fournit une houille brillante, très flambante, envoyée à Mong-Tzé pour la distillation de l'alcool de riz. La couche a environ 1 m. 20 d'épaisseur; elle est très régulière et plonge fortement sous les calcaires. L'analyse des échantillons a donné 30 à 35 p. 100 de matières volatiles et moins de 6 p. 100 de cendres.

M. Leclère reconnut aussi dans la région située au nord-est de Mi-Leu-Chien, et sur une grande surface, une couche de houille exploitée dans les parties les moins altérées et dont l'épaisseur est de 1 mètre environ. Les parties non altérées sont très brillantes.

C'est également un gisement rhétien; il est exploité très activement par les indigènes, qui y ont creusé des puits de 1 mètre de diamètre et de 10 à 15 mètres de profondeur. L'analyse d'un échantillon moyen a donné 9.54 p. 100 de cendres, 36.80 p. 100 de matières volatiles, 63.20 de carbone fixe. Pouvoir calorique : 7,081 calories. Le charbon est descendu à Mi-Leu-Chien sur des charrettes traînées par des bœufs et contenant 300 kilogrammes. Production : 3 à 4 tonnes par jour.

Entre Tchao-Kouo et Tou-Tza, M. Leclère a rencontré un important dépôt houiller encadré dans la porphyrite andésitique surmontée de grès et de schistes. Le gisement renferme 3 et peut-être 4 couches de houille, de 1 m. 50 à 2 mètres d'épaisseur, séparées par une vingtaine de mètres de stérile et reconnues aux affleurements sur environ 500 mètres. Ces couches sont activement exploitées par plusieurs descenderies bien boisées.

La couche inférieure, peu inclinée, est à 2.250 mètres d'altitude; elle donne une houille très brillante, renfermant, d'après l'analyse d'un échantillon moyen :

	p. 100.		p. 100.
Eau hygrométrique	1.30	Carbone fixe	73.70
Matières volatiles	15.00	Cendres (argileuses)	10.00

Pouvoir calorifique..... 7,500 calories.

La proportion de cendres s'abaisse souvent à 7 p. 100. C'est une houille à coke.

Le charbon, très friable aux affleurements, qui sont seuls exploités par les Chinois, est transformé en coke sur le carreau même de la mine. La calcination s'effectue en tas ovales, de grandes dimensions, établis sur une aire plane entourée d'une ceinture de briquettes, composées elles-mêmes de menus agglomérés par de l'argile et calcinés avant d'être employés à la construction des tas.

La population de Tou-Tza comprend une centaine de mineurs. La production, très variable suivant les saisons, ne dépasse guère 7 tonnes par jour. Le prix de vente du coke dans la région est de 500 sapèques par charge de cheval, soit en moyenne 17 francs la tonne. Les habitants du village de Tou-Tza prennent gratuitement sur le carreau de la mine le charbon pour leur consommation. En échange de ce droit, les mineurs coupent gratuitement tous les bois qui sont nécessaires à la mine.

Le gain des ouvriers mineurs varie de 100 à 200 sapèques par jour (0 fr. 25 à 0 fr. 50).

Dans la région de Yu-Nan-Sen, près du village de Pi-Ki-Kouan, M. Leclère finit par découvrir, mais avec peine, l'affleurement de houille exploité au lieu dit « Kiéou-Long-Ouan », voisin de la pagode He-Long-Tan. Les fouilles chinoises sont tout à fait récentes. La couche, presque horizontale, est encore peu exploitée. La houille extraite sert à la fabrication de la chaux.

L'échantillon analysé à l'École des Mines de Paris a donné :

	p. 100.		p. 100.
Eau hygrométrique	1.30	Carbone fixe	65.70
Matières volatiles	11.00	Cendres (argileuses)	22.00

Pouvoir calorifique..... 6,684 calories.

Cette houille est en somme assez analogue à celle de Tou-Tza.

Enfin, quelques affleurements de houille rhétienne furent relevés par l'explorateur aux environs de Toug-Haï.

Les houilles carboniférienes ou rhétiennes sont analogues aux charbons anglais et japonais; elles fourniront un appoint considérable au trafic de la future voie ferrée de Yun-Nan-Sen à Haïphong.

Gisements de fer. — L'hématite, fréquente dans le Yun-Nan, est exploitée seulement dans les régions ayant conservé leurs forêts. Le plus beau gîte d'hématite se trouve à Mi-Tsao, à 50 kilomètres à l'ouest de Yun-Nan-Sen; il a été étudié par M. Duclos, de la mission lyonnaise.

Les métallurgistes chinois du Yun-Nan sont d'une habileté remarquable.

Au point de vue de l'avenir métallurgique de la région, l'intérêt paraît devoir s'attacher surtout aux gisements de magnétite de la frontière du Tonkin, d'une richesse et d'une pureté comparables à celles des minerais de Suède ou du Lac Supérieur; ils se trouvent d'ailleurs dans le même horizon géologique. Cette formation est plus rare en Chine qu'au Tonkin, sauf peut-être dans l'ouest du Sé-Tchouan, où, de plus, l'extraction peut s'effectuer à ciel ouvert.

La race indigène ou chinoise du Yun-Nan contient une réserve presque illimitée d'excellents mineurs; leur salaire est d'environ 0 fr. 75 par jour.

Gisements d'étain. — Les mines d'étain de Ko-Tiou sont les plus importantes de la province du Yun-Nan; elles s'étendent à des altitudes variant de 2,200 à 2,600 mètres sur tout le haut pays comprise entre Mong-Tzé, le fleuve Rouge et Lin-Gan-Fou, région à peu près complètement déserte. Mais les difficultés de transport sont des plus sérieuses, et la plupart des bénéfices des mines reviennent aux commerçants chinois de Ko-Tiou, qui imposent aux patrons mineurs, en échange d'avances d'argent, l'obligation de leur remettre tout le minerai extrait. Les commerçants chinois de Mong-Tzé, d'accord avec les Anglais de Hong-Kong, tiennent à leur tour sous leur dépendance les fondeurs d'étain et accaparent la production, qui est expédiée à Hong-Kong, centre d'affinage du métal.

L'étain fait prime à Mong-Tzé, à cause de la facilité de son transport.

Comme la mission lyonnaise, M. Leclère est d'avis que, si on pouvait s'assurer le monopole de ce métal, on enlèverait tout le commerce de la région aux importateurs anglais.

Les gisements d'étain ont une nature spéciale. Ce ne sont ni des dépôts d'alluvions, ni des stockwerks plus ou moins décomposés. Ils diffèrent donc complètement des mines du Siam et de la Malaisie et fournissent un métal plus impur. La teneur en arsenic est telle que les eaux de lavage sont malsaines.

L'étain apparaît en traînées irrégulières de cassitérite, au milieu d'argiles rougeâtres, qui remplissent des poches de dissolution dans les calcaires. Les gîtes varient depuis la cassure, juste suffisante pour le passage des ouvriers, jusqu'à l'amas horizontal de plusieurs centaines de mètres de puissance, comme à Tzé-Men-Tong. En profondeur le minerai se charge de plus en plus de cuprite et de minéraux plombifères. On a même observé plusieurs fois le passage de l'étain superficiel au sulfure métallique qui lui correspond en profondeur.

Les grands gisements d'étain se trouvent au sud de la ville de Ko-Tiou. L'opposition du mandarin de la région, basée sur le manque de sécurité pour un étranger, empêcha M. Leclère de les visiter, mais il put faire une excursion à la mine de Ma-La-Ken, qui occupe une vingtaine d'ouvriers. Le gîte est à 2,600 mètres; il comprend un filon à peu près perpendiculaire à la direction du fleuve Rouge et d'une épaisseur moyenne de 1 m. 20 environ. Une descenderie inclinée de 30 degrés a été établie sur 200 mètres de longueur. Le filon se compose d'argile rouge contenant des grains de

cassitérite; il se charge de concrétions cuivreuses en profondeur, où l'étain disparaît même peu à peu.

L'avenir des gîtes d'étain est lié à celui des gîtes de cuivre, qui sont soumis actuellement au monopole de la régie impériale.

Gisements de cuivre. — Les gisements de cuivre du Yun-Nan se trouvent, pour la plupart, en dehors de la zone qui sera desservie par le chemin de fer de Yun-Nan-Sen à Lao-Kay.

Ils ont été déjà très étudiés, non seulement par M. Rocher et par la mission lyonnaise, mais aussi par des missionnaires, qui ont publié sur eux de nombreux articles dans les journaux d'Extrême-Orient. Aussi l'importance des gisements cuivreux chinois a-t-elle été admise sans peine par les industriels européens, qui ont été d'ailleurs devancés dans leurs demandes de concessions par les Japonais; mais ceux-ci se sont heurtés souvent à l'opinion exagérée des Chinois sur l'importance de leurs richesses minérales.

Le minerai de cuivre du Yun-Nan apparaît dans des conditions fort diverses : depuis la concentration filonienne jusqu'à l'imprégnation générale de massifs calcaires et gréseux très étendus; l'importance des gîtes est très variable, mais a été bien exagérée par les statistiques officielles chinoises, statistiques qui ne sont plus, d'ailleurs, livrées au public depuis quelque temps.

Les principaux gisements de cuivre exploités se trouvent dans la partie occidentale du Yun-Nan. D'après M. Leclère, tous ont la même origine. Ils présentent les plus grandes affinités comme importance et comme formation avec ceux du Lac Supérieur et se rattachent à l'épanchement d'une roche basique ancienne, qui paraît interstratifiée dans la série sédimentaire au début du carbonifèrien.

Cette roche, étudiée par MM. Michel Lévy et Lacroix, a été définie par eux comme porphyrite andésitique pauvre. Son analyse a été faite sur deux échantillons qui ont donné les résultats suivants :

	PREMIER ÉCHANTILLON.	DEUXIÈME ÉCHANTILLON.
	—	—
	p. 100.	p. 100.
Silice	45.80	43.79
Alumine	19.19	22.57
Peroxyde de fer	16.91	11.90
Protoxyde de manganèse	0.25	0.35
Chaux	10.75	11.31
Magnésie	6.01	8.36
Alcali et perte	1.10	1.72

La roche prend fréquemment l'aspect basaltique. Le plus étendu de ses épanchements reconnus forme le soubassement du grand massif contre lequel vient s'arrêter le cours nord-sud du fleuve Bleu septentrional; il est accompagné de diabases et de porphyres rhyolitiques plus récents, en relation avec divers gîtes plombifères.

La plupart des échantillons ramassés dans la région du Yun-Nan contiennent du cuivre visible à l'œil nu.

A Lon-Pou, il y a des noyaux de cuivre natif, ne renfermant que de l'argent comme impureté. Ces noyaux, extrêmement riches, que l'on ne peut extraire sans explosif, ont été à peine effleurés par les Chinois.

Il y a quinze ans environ, des Japonais ont essayé, d'accord avec le Gouvernement chinois, l'exploitation des minerais sulfureux de la région de Tong-Tchouan, à 15 kilomètres au nord de Ta-Me-Ti (gisement de Pe-Si-La). L'exploitation fut arrêtée par le manque de combustible et aussi par la difficulté des communications.

La tentative japonaise est un exemple à retenir et à citer aux futurs exploitants européens, qui courront certainement à un insuccès s'ils ne font pas modifier au préalable le régime minier administratif chinois encore en vigueur aujourd'hui.

Ce sont les minerais oxydés qui, de temps immémorial, forment la base de l'industrie de la métallurgie chinoise du cuivre. Ces minerais existent dans la plus grande partie du Yun-Nan sous forme de carbonates et d'oxydules imprégnant une gangue calcaire, plus ou moins sulfatée et provenant de la division des filons dans les innombrables fissures du calcaire dolomitique permo-carbonifèrien.

Il a semblé à M. Leclère que le kilogramme de cuivre, rendu à l'usine, n'était guère payé au mineur chinois plus de 0 fr. 15, ce qui correspond à un salaire journalier de 0 fr. 50 (y compris la nourriture, l'éclairage et l'outillage).

La dernière catégorie des minerais cuivreux du Yun-Nan se compose de carbonates ou d'oxydules imprégnant des grès triasiques. Les minerais siliceux sont délaissés, sauf pour les additions au lit de fusion. Les deux groupes importants d'exploitations de ces sortes de minerais sont ceux de Tan-Tan et de Oui-Si (région de Mien-Tien). Le métal produit sert à la fabrication des sapèques, qui se fait à Kong-Chan, à trois journées de Yun-Nan-Sen.

La production totale annuelle du cuivre au Yun-Nan peut être évaluée à 1,700 tonnes; la province pourrait en fournir plus de 5,000, qu'elle a d'ailleurs déjà données autrefois.

M. Leclère put visiter dans la région de Mien-Tien la mine de cuivre de Ve-Tao-Chan, située à 1,800 mètres d'altitude et à 12 kilomètres au sud de Mien-Tien. Le gisement se trouve sur le flanc de l'escarpement qui prolonge la grande faille de Mong-Tzé. L'exploitation est établie dans des grès modifiés par une imprégnation pyriteuse très étendue; quatre descenderies percées à flanc de coteau, à environ 15 mètres de distance verticale, pénètrent de 50 mètres dans le filon, suivant une direction générale nettement perpendiculaire au fleuve Rouge. La mine occupe une vingtaine d'ouvriers. Dans chaque descenderie, l'avancement quotidien paraît être de 0 m. 30 sur 1 mètre carré de section.

Le minerai trié est transporté jusqu'à Yun-Nan-Sen, où les mandarins l'achètent au prix officiel de 13 taëls le *tong*, soit 350 francs la tonne.

Les échantillons analysés par M. Leclère ont donné une teneur en cuivre de 20 à 30 p. 100 avec 45 p. 100 de silice.

Cette mine fait à peine ses frais.

Le Gouvernement chinois s'exagère la valeur pécuniaire de ces gisements et les industriels assez hardis pour lui offrir leur concours, malgré l'insuccès des tentatives déjà faites, devront s'attendre à des déboires.

Il est impossible d'estimer actuellement le trafic que l'exploitation des mines de cuivre si étendues du Yun-Nan pourrait apporter au chemin de fer projeté.

Gisements de plomb, argent et zinc. — Il est impossible aussi, d'après M. Leclère, d'apprécier leur influence possible sur le trafic futur de la ligne. La rareté du combustible a fait abandonner tous les filons, puissants et réguliers, de plomb argentifère du Yun-Nan.

Les filons plombeux sont fort mal connus, comme d'ailleurs les gisements calaminaires de la région de Ku-Tsing-Fou.

Mercure. — Il est apprécié par les Chinois; son commerce est avantageux à cause desfacil ités de son transport. Le métal provient de filons déjà bien épuisés; ces filons sont d'innombrables veines pyriteuses imprégnées de cinabre dans la région comprise entre A-Mi-Tchéou et Kouéi-Yang-Son, sur une longueur de 400 kilomètres. Chacun de ces innombrables filons disséminés dans les fissures du calcaire dolomitique a été suivi par les Chinois avec un art et une patience impossibles à égaler. D'après M. Leclère, le mercure est certainement le dernier métal dont les Européens devront reprendre l'extraction.

Mines d'or. — La plupart des placers du Yun-Nan ne sont plus rémunérateurs pour l'industrie chinoise. Tous les gîtes appartiennent à la même formation de dépôts torrentiels, probablement pléistocènes, qui renferme le poudingue des rapides du fleuve Rouge. Ce poudingue est constitué par des galets de grès ou de roches amphiboliques, enchâssés dans un sable siliceux où l'or est associé à une grande variété de minéraux rares; il provient évidemment de la démolition des assises carbonifériennes et des diabases sous-jacentes.

Les principaux amas sont au bord du fleuve Bleu ou de son affluent, le la-Long-Kiang.

La plupart des dépôts latéraux du fleuve Bleu appartiennent au Yun-Nan; leur masse est très considérable, mais leur teneur très irrégulière.

Contrairement à l'opinion répandue, l'extraction n'est nullement interdite, au moins dans la Chine méridionale, où son industrie est absolument libre, sauf une légère patente à payer par les orpailleurs.

L'extraction de l'or ne paraît pas devoir intervenir dans les prévisions du trafic de la ligne de Lao-Kay à Yun-Nan-Sen.

Sel. — Les gîtes salifères du Yun-Nan sont l'équivalent géologique de ceux du Tsé-Tchouan; ils ont été seulement portés à une altitude plus considérable par les mouvements tectoniques. Ils sont répartis en deux régions distinctes, d'importance égale pour la production : 1° celle de Se-Mao et Pou-Eurl; quoique assez voisine du Tonkin,

elle n'est pas susceptible d'être desservie par la future voie ferrée; 2° l'autre région, visitée en détail par M. Leclère, s'étend depuis Pe-Yen-Tsin, à 90 kilomètres à l'est de Ta-Li-Fou, jusqu'à la source salée de Ngan-Lin-Tchéou, près de Yun-Nan-Sen. Chaque région produit de 5,000 à 6,000 tonnes de sel, suivant les exigences de la régie chinoise.

Le sel en Chine est un objet de luxe pour la classe moyenne. Aussi sa consommation est-elle faible et très irrégulière; on l'estime au maximum à 10,000 tonnes par an, pour la province du Yun-Nan.

Le transport du sel s'effectuant dans des directions transversales à la future ligne de chemin de fer, le sel ne peut devenir un élément important de son trafic. Le sel, cependant, pourrait peut-être plus tard être importé du Tonkin, ce qui est actuellement interdit, sous les peines les plus sévères.

Au Yun-Nan, l'industrie salifère subit actuellement, comme l'industrie minière, une crise causée par la disparition du combustible végétal; de plus, le sel, mal fabriqué, est toujours mauvais. Mais les gisements sont encore riches; ils s'approchent jusqu'à 35 kilomètres de Yun-Nan-Sen. Aussi le sel a-t-il un intérêt médiocre pour la colonie du Tonkin et tout l'avenir de la ligne ferrée, si importante pour le développement de l'Indo-Chine, se ramène en définitive à l'exploitation de la houille, subordonnée elle-même à la grave question de l'organisation minière chinoise. Telle est la conclusion de l'important et beau travail de M. l'ingénieur en chef Leclère.

Autres missions. — Quelques autres ingénieurs sont allés ces dernières années en Chine, pour en visiter les gisements miniers. Ce sont :

1° en 1895-1896, M. Dujardin-Beaumetz, qui, sur l'initiative du Comité des forges de France, avec l'appui du Gouvernement français, fut envoyé en Chine pour étudier l'avenir industriel français dans ce pays. L'un des principaux résultats de cette mission fut la reprise par des mains françaises de la direction de l'arsenal de Fou-Tchéou;

2° en 1898, au Yun-Nan, M. Bélard, ingénieur de l'École centrale;

3° au Shansi et au Ho-Nan, M. Feydel, ingénieur civil des mines;

4° en 1899, au Shansi, M. Langlois, ingénieur de l'École centrale;

5° en 1900, au Yun-Nan, M. Blanc, ancien élève de l'École des arts et métiers;

6° en 1899-1900, M. Félix Colomer, ingénieur civil des mines, chargé d'une mission par un syndicat de Bruxelles. Voici un résumé de son rapport sur les charbonnages des environs de Pékin :

MISSION COLOMER.

Tandis que la plaine à l'est de Pékin s'étend aride et nue vers Tientsin et même au delà jusqu'à la mer, au contraire, à l'ouest de la ville impériale, et à 25 kilomètres seulement, les terrains se redressent brusquement et donnent naissance à une série de collines atteignant parfois 600 à 800 mètres; ces collines forment un cercle qui enserre Pékin et au sommet duquel a été construit le rempart protecteur de la ville, la grande muraille. Ces collines partent de la mer au nord-est, passent par les mines de Kaiping

au nord de Pékin, puis descendent à l'ouest vers Paotingfou; elles envoient vers la vallée divers contreforts en forme d'éventail, et c'est dans les replis de cet éventail que les Chinois ont de tout temps cherché le charbon; c'est là, enfin, que se trouve la houille qui alimente Pékin.

L'un des districts miniers les plus importants est celui de Maanchanne, qui comprend les exploitations de Mendoko, à 30 kilomètres de Pékin à vol d'oiseau, 50 par les chemins actuels. A 100 ou 110 kilomètres de Pékin, il y a toute une série de mines de houille dans la vallée supérieure du Hounho, formant le district de Tchaitang.

Le charbon qui entre à Pékin provient de trois directions :

1° l'ouest (charbon de Maanchanne);

2° la direction de Loukoutchiao (une partie des charbons des Nanchanne et de Maanchanne);

3° celle de Matiapou, ancienne gare de Pékin, où arrivent par chemin de fer les charbons des Nanchanne.

Le sol autour de la capitale impériale n'est formé que d'alluvions. On y trouve des galets de granit et de terrains anciens; près des collines, il y aussi des amas noirâtres arrachés aux affleurements houillers. M. Colomer croit que ces alluvions reposent directement sur le granit et que, par conséquent, le charbon n'existe pas sous Pékin. Le granit en effet affleure dans la plaine qui s'étend vers le Hounho, à 10 kilomètres seulement de la ville de Pékin; il y est très régulier et à pendage indiquant qu'il doit aller passer sous la ville.

Près de Loukoutchiao affleure un calcaire saccharoïde : c'est une excellente pierre de construction, comme le granit à mica noir des carrières des montagnes du sud, qui est exploité comme pierre de taille. Les gneiss affleurent sur la colline Babaochanne, où, dans une carrière, on tire des moellons pour empierrer Pékin. Une autre carrière existe aussi près de la pagode Deihouitaimiaou; les dalles qu'on en extrait sont très dures.

Le terrain dévonien est représenté par des ardoises, exploitées dans la chaîne maanchanne; au-dessus du terrain dévonien vient un calcaire dont les affleurements sont très importants, mais qui ne contient aucun fossile permettant de fixer son âge géologique. M. Colomer croit qu'il appartient plutôt à l'époque dévonienne qu'à l'époque carbonifère.

Les limites du terrain houiller paraissent marquées par des affleurements de calcaires et de schistes analogues aux phyllades. Vers l'ouest, le pendage semble constant et le bassin pourrait se prolonger fort loin. D'ailleurs, des affleurements charbonneux ont été trouvés dans toute la vallée du Hounho jusqu'à Tchaïtang, c'est-à-dire à 80 kilomètres des gisements de Mendoko. A l'est, au contraire, le bassin est vite limité et on ne connaît pas de charbon au delà du Hounho. Au nord, le bassin houiller se prolonge avec des plissements successifs. Il comprend les gisements situés près du Palais d'Été; la houille y repose sur des phyllades rougeâtres, qui plongent au nord avec une direction est-ouest. Au sud de la ville, le houiller présente aussi des plissements, qui affectent

même le calcaire, comme on peut le voir dans la tranchée du chemin de fer de Pékin à Paotingfou, près de la station de Lionliho, au delà de laquelle se trouvent les gisements des Nanchanne.

Après le calcaire des environs de Mendoko, dont la direction est 20° nord-est, avec une pente de 20 degrés vers le sud-est, on suit pendant un certain temps les couches de houille, qui sont parallèles au calcaire. A Mendoko, le gisement est extrêmement plissé.

Les couches de charbon de Tchouquetienne sont situées au delà des plissements du calcaire, avec une direction est-ouest et une pente de 20 à 25 degrés vers le nord. La direction reste assez constante, sauf en un point qui paraît voisin d'une faille et où se trouve une déviation brusque de 45 degrés. La déviation est redressée plus loin avant d'arriver à la montagne Maanchanne. A l'ouest, les couches sont plissées à 45 degrés, puis prennent la direction nord-sud; leurs affleurements sont visibles le long du torrent qui descend de Hankohu, à 10 kilomètres de Tchouquetienne; mais ces affleurements ne sont pas exploités.

Nous mentionnerons seulement la mission d'un autre Français, M. Leprince-Ringuet, ingénieur au corps des mines (envoyé en Chine par le Crédit Lyonnais), son rapport n'ayant pas été publié.

Mandchourie. — Quant à la Mandchourie, sa richesse minérale est considérable, surtout dans les régions du bassin de l'Amour (placers de la Jaltonga), au confluent de l'Amour et de l'Argonn; découverts par quelques forçats sibériens déserteurs, au moment de l'interdiction de l'extraction de l'or par les autorités chinoises, ces dépôts aurifères furent la cause d'un drame sanglant dont on a gardé le souvenir[1].

Deux compagnies chinoises, Mokbechan et Toulonnkho, fondées en 1897 et 1898, ont exploité pendant quelque temps ces placers.

On cite aussi comme régions mandchoues riches en or celle de Port-Arthur, dans la partie de la province (Liao-Toung) cédée à la Russie par le traité russo-chinois du 15 mars 1898. Un ingénieur russe, M. Ch. Bogdanovitch, a étudié les gisements aurifères de la partie sud du Liao-Toung, et il a écrit, à l'occasion du Congrès international des mines de 1900, une petite description de ces gisements, accompagnée d'une carte et publiée en français à Saint-Pétersbourg.

La grande richesse minière de la Chine, dont les divers rapports que nous venons d'analyser ou de résumer donnent un aperçu, n'était guère que soupçonnée avant 1889. Sans doute, dans le siècle qui commence, on pourra la mettre en exploitation rationnelle et y appliquer les méthodes et l'outillage modernes.

[1] Voir le *Bulletin de la Société d'études coloniales* (Bruxelles, mai 1901).

IMPRIMERIE NATIONALE.

CORÉE.

Le Groupe coréen n'avait exposé que du jade travaillé. On ne peut que regretter qu'un pays dont la richesse minérale est grande (on le sait maintenant) n'ait pas participé à l'Exposition, au point de vue minier.

La Corée, pays montagneux et très accidenté, renferme de nombreux minerais ainsi que de puissantes couches de charbon. Jusqu'à ces dernières années, l'exploitation en a été absolument interdite aux étrangers. C'est tout récemment que des Français, des Anglais et des Allemands ont obtenu quelques concessions, données, semble-t-il, à regret, malgré la participation des Coréens dans les bénéfices; car, pour un temps au moins, le Gouvernement coréen paraît vouloir se réserver les mines, mais non sans doute pour les exploiter lui-même.

I. Mines d'or. — La difficulté qu'on éprouve à se procurer des renseignements précis sur la quantité d'or extraite des mines par les indigènes tient à l'absence complète de statistique et aussi à ce que l'or n'est soumis à aucun droit de sortie; on ne peut non plus se faire une idée, même approchée, de la production par les indications peu exactes fournies plus ou moins volontiers par les négociants qui expédient l'or coréen, soit en Chine, soit au Japon. De 1884 à 1896 inclusivement, les renseignements recueillis accusent une production totale d'or exporté de 12,216,027 piastres, soit environ 40 millions de francs. Ce nombre devrait être certainement beaucoup majoré.

Les chiffres avoués par les négociants d'or pour les années 1896, 1897 et 1898 sont les suivants :

1896	1,390,412 piastres à	2 fr. 80	la piastre.
1897	2,034,079	2 60	
1898	2,375,725	2 60	

Les exploitations aurifères sont faites par les moyens les plus primitifs, qui comprennent, soit le lavage des sables, soit la pulvérisation des quartz; ce dernier procédé est de beaucoup le moins usité.

En 1900, on évaluait à 3,000 indigènes le nombre des laveurs d'or, produisant en moyenne de 20 cents à 2 piastres. Ces laveurs d'or creusent les sables un peu malgré les propriétaires du terrain, qu'ils indemnisent peu ou pas.

Les vols des ouvriers sont considérables; cependant les entrepreneurs de lavage d'or font, paraît-il, de beaux bénéfices.

Les Américains ont obtenu une concession en 1895 dans le district d'Oun-San, au nord-ouest de la Corée. Les conditions de la concession américaine étaient d'abord la participation du Gouvernement coréen pour moitié aux bénéfices; mais une nouvelle entente eut lieu et les Américains obtinrent de l'empereur de Corée de payer pour unique impôt une redevance fixe de 100,000 dollars par an. Cette exploitation américaine emploie les méthodes les plus nouvelles.

Le district d'Oun-San était autrefois un désert; en 1900, il renfermait déjà plusieurs milliers de mineurs, et, à cette époque, les dépenses en matériel dépassaient 600.000 piastres.

Les Allemands avaient obtenu aussi une concession, mais elle est stérile. Depuis, ils se sont établis à Kin-Syng, à environ 30 lieues au nord-est de la capitale de l'empire; cette concession serait, paraît-il, moins avantageuse que celle des Américains.

Enfin, tout dernièrement, une concession vient d'être accordée à un syndicat anglais.

II. Autres mines. — Les principales sont, avant tout, celles de fer; puis, de cuivre, plomb, étain, antimoine; enfin, les houillères.

Les principaux gisements houillers actuellement reconnus sont situés à Pyeng-Yang, à 50 lieues au nord-est de la capitale; ils sont réservés à l'Empereur. Les couches fournissent un anthracite tendre, laissant peu de cendres; mais il est difficile de donner une opinion nette sur la valeur de ces couches, dont les indigènes n'ont encore fait que gratter les affleurements plus ou moins attaqués par l'air.

Un peu de fer est exploité, de la façon primitive suivante : pendant les fortes pluies d'été, les ruisseaux débordent, ravinent les montagnes et entraînent de grandes quantités de minerai de fer en petits morceaux, que les indigènes arrêtent en barrant les torrents par des claies d'osier.

Il est certain qu'au moment où la Chine va s'ouvrir de plus en plus aux idées modernes et employer les méthodes d'exploitation de l'Occident, la Corée participera à ce mouvement dans une large mesure et même peut-être plus rapidement que la Chine : le Coréen, en effet, n'a pas le même respect religieux que le Chinois pour la routine, et il est probable que l'accueil qu'il fera aux ingénieurs et aux mineurs étrangers sera, dès le début, tout autre que celui qu'ils doivent s'attendre à trouver encore en Chine.

DANEMARK.

L'exposition minière danoise comprenait deux parties distinctes :

1° Dans le pavillon de l'allée des Nations étaient exposées les deux cartes géologiques du royaume (l'une pour le préquaternaire, l'autre pour le quaternaire) et divers ouvrages relatifs à la géologie du pays, notamment celui du professeur N. V. Ussing (Copenhague, 1899).

2° Au Trocadéro, dans le groupe 17, se trouvait l'exposition minière coloniale du Danemark, que nous décrirons plus loin.

Voici un résumé des documents officiels sur la géologie et l'état actuel de l'industrie minière du royaume, qui m'ont été aimablement communiqués par M. Christensen, secrétaire général du commissariat général de Danemark, et, en ce qui concerne le Groënland, par M. le capitaine Daniel Brunn, l'explorateur bien connu.

Les premières recherches détaillées sur la géologie du Danemark ont été faites par J. G. Forchhammer (1794-1865) qui dressa, en 1835, une première carte du pays.

Les autres principaux géologues danois sont Bresdorff (1790-1841); Pingel (1793-1852); J.-F. Johnstrup (1818-1894), dont les travaux considérables ont fait faire un grand pas à la connaissance géologique du pays, et Jap. Steenstrup (1813-1897) dont les recherches portèrent surtout sur les tourbières et le terrain quaternaire.

En 1888, fut fondé, sur l'initiative de Johnstrup, le service de la carte géologique

Fig. 44. — Carte géologique du Danemark.

du Danemark, avec le concours des géologues K. Rørdam, Jap. Steenstrup, V. Madsen, K. Grønwal et A. Jessen.

Géologie. — Situé entre les rocs antiques de la presqu'île scandinave et les plaines de l'Allemagne du nord, le Danemark réunit dans sa structure géologique quelques-uns des caractères de ces deux pays. Le caractère scandinave se trouve surtout dans l'île de Bornholm. Le reste du pays, au contraire, ressemble plutôt, géologiquement parlant, au territoire allemand du nord.

En outre, le Danemark présente des terrains ayant leur caractère propre et qu'on a désignés sous le nom d'étage danien.

La couche quaternaire du pays formant une nappe épaisse et cohérente, la représentation géologique du royaume se fait à l'aide de deux cartes : l'une (fig. 44), représentant uniquement les formations préquaternaires; l'autre (fig. 45), seulement les formations quaternaires.

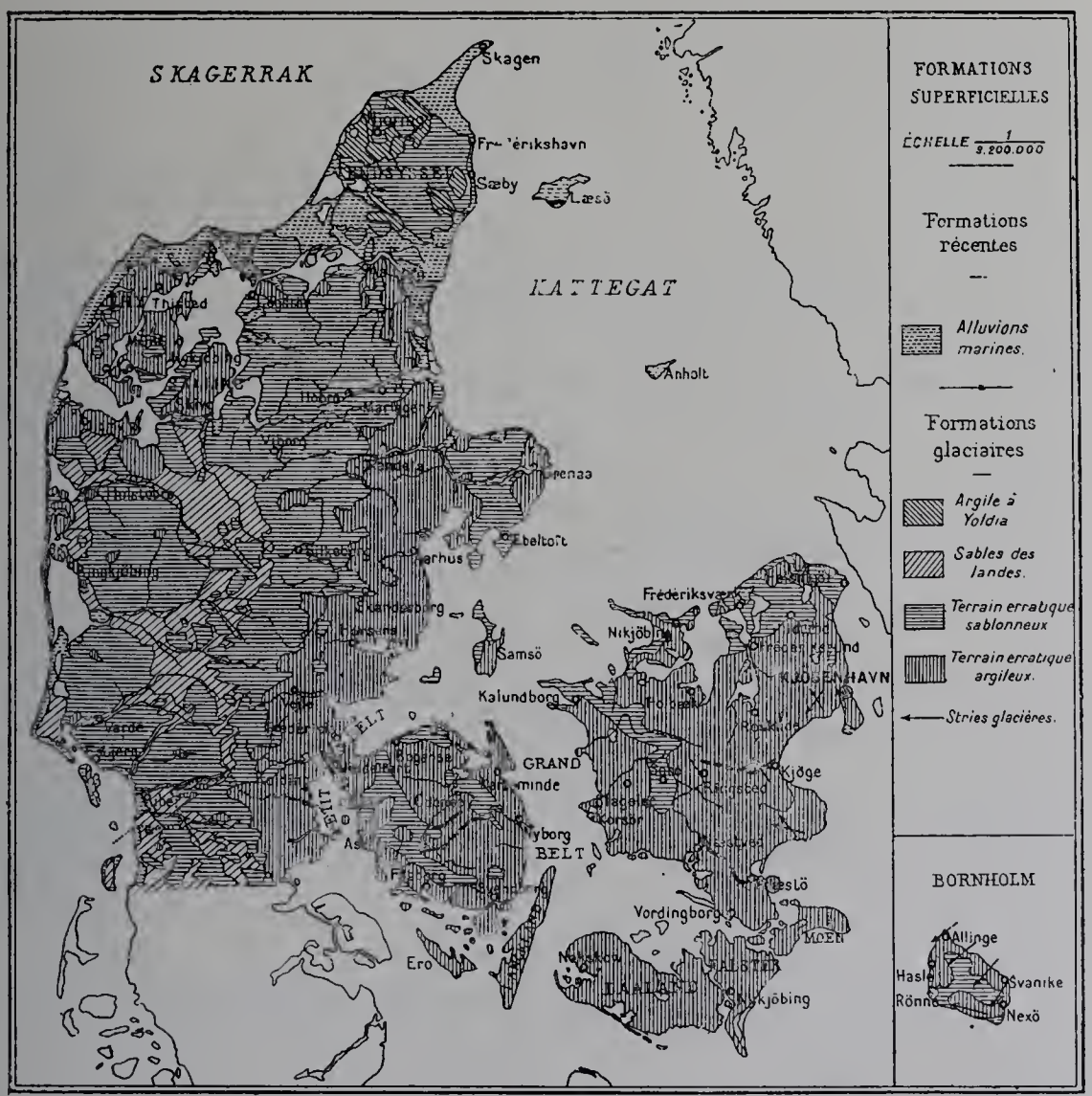


Fig. 45. — Carte géologique du Danemark.

Ce procédé fut employé pour la première fois par Johnstrup, qui envoya à l'Exposition de Paris de 1878 une double carte du Danemark.

I. *Terrain archéen.* — Il occupe une superficie d'environ 400 kilomètres carrés dans l'île de Bornholm, et se compose de granits s'élevant en rochers arrondis jusqu'à la hauteur de 162 mètres.

La couche quaternaire y est très mince et les granits sont très apparents ; ils forment le long des côtes des amas rocheux très pittoresques.

Le granit dominant, rouge et parfois gris, est à biotite et amphibole ; on l'exploite

comme pierre de construction. Il est traversé par un grand nombre de filons de diabase d'une direction N. N. E.-S. S. O.

Le bord S. O. du granit présente du kaolin qui y forme un gîte important, long d'environ 3 kilomètres, large de 100 mètres, épais parfois de 40 mètres.

On peut observer la transition en plusieurs endroits entre le granit et le kaolin et l'on voit également des filons de pegmatite et de diabase dans le granit kaolinisé.

II. *Terrain primaire.* — Il comprend une série de grès, de schistes et de calcaires dans la partie méridionale de Bornholm, où il présente de nombreuses failles.

Voici le détail des couches :

1° *Cambrien.* — *a.* grès de Nexö, gris et blanc, sans fossiles ; son épaisseur est de 60 mètres;

b. grès schisteux à glauconies (également 60 mètres de puissance); il contient plusieurs espèces d'*hyolithus*, qui permettent de le rapprocher des couches à *olenellus* de la Scandinavie;

c. schistes alunifères, avec amas subordonnés de calcaire noir. Épaisseur : 20 mètres. Ce dépôt est riche en trilobites. MM. Johnstrup et Grønwal y ont trouvé les zones suivantes :

α. Zone à paradoxides *Tessini;*
β. — — *Davidis;*
γ. — — *Forchhammeri;*
δ. — *agnostus lævigatus;*

d. schistes à *olenus truncatus*, puis, schistes à *orthis lenticularis* et à scarabacoïdes; enfin, schistes à *dictyonema* flabelliforme.

2° *Ordovicien.* — *a.* calcaire gris à orthocératites, d'une épaisseur de 4 mètres ;

b. schistes à graptolithes (8 mètres) contenant de nombreuses espèces de *diplograptus, dicranograptus, dicellograptus* et *climatograptus ;*

c. schistes à *trinucleus* (un lambeau seulement).

3° *Gothlandien.* — Cet étage n'est représenté que par ses couches anciennes, qui sont formées d'un schiste argileux gris à graptolithes.

En dehors des différentes espèces de *monograptus*, on trouve aussi, dans les couches inférieures, des *rastrites peregrinus* et, dans les couches supérieures, des *cyrtograptus*, avec des radiolites.

Les assises siluriennes de Bornholm correspondent donc à celles, analogues, de Scandinavie et de Scanie.

III. *Système jurassique.* — Sur les côtes occidentale et méridionale de Bornholm, ses assises sont composées d'une série de grès blancs et d'argiles grises avec, sur différents points, quelques couches de houille fort médiocre que l'on a essayé d'exploiter, mais sans aucun succès.

Au contraire, les argiles sont excellentes et très employées dans l'industrie danoise.

Les fossiles trouvés dans ces assises sont surtout des végétaux : fougères, cycadées et conifères. Par endroits, on rencontre aussi des fossiles marins indiquant que la totalité de l'assise est de formation d'estuaire.

Les séries moyenne et supérieure du jurassique, ainsi que la série infracrétacée, sont inconnues en Danemark et représentées seulement par quelques blocs erratiques, qu'on ne retrouve pas d'ailleurs en Scandinavie. Ces blocs ont été étudiés par M. Madsen qui a décrit leur faune.

IV. *Crétacé.* — La craie blanche existe dans tout le Danemark, sauf dans l'île de Bornholm; elle y forme les couches les plus puissantes du pays. Près de Copenhague, l'épaisseur dépasse 400 mètres.

C'est la craie blanche qui constitue les jolies falaises de l'île de Mœn et de Stevns (au S. de Copenhague) ainsi que celles près de la ville de Aalborg en Jutland. La craie est riche en silex, sauf celle de Aalborg qui n'en contient presque pas.

Parmi les fossiles, il faut citer surtout les *belemnitella mucronata; trigonosema pulchellum; terebratula carnea;* et *ananchytes ovata.* Ces fossiles montrent que la craie danoise fait partie du sénonien supérieur.

La craie est utilisée dans l'industrie du ciment.

Étage danien. — Le «Nyere Kridt» est composé de craie marneuse d'un gris blanchâtre (Blege-Kridt) et d'un calcaire dur et blanc (Saltholmskalk) et, au niveau inférieur, de calcaire à bryozoaires (Limsten) et de calcaire corallien (Faxe-Kalke); mais cet étage inférieur ne se trouve guère qu'à Faxe, au S. S. O. de Copenhague.

Tous ces calcaires ont une épaisseur atteignant souvent 40 mètres.

Aux falaises de Stevns, au sud de la capitale, on a un excellent profil montrant la craie blanche surmontée de calcaire à bryozoaires.

Le danien ne renferme ni bélemnites ni ammonites. Ses fossiles ordinaires sont les *terebratula leus* et *ananchytes sulcata.* A Faxe, on trouve également des *nautilus danicus* et *dromia rugosa.*

V. *Tertiaire.* — Le crétacé passe au tertiaire sans discordance. Le plus ancien dépôt tertiaire est une marne grise à glauconies, riche en mollusques. Viennent ensuite des assises considérables d'argile plastique.

A certains endroits (comme à Aarhus en Jutland), l'épaisseur dépasse 250 mètres. Cette argile plastique est très pauvre en fossiles; elle est probablement éocène et sa formation s'est poursuivie jusqu'aux premiers temps de l'époque oligocène.

Dans la partie N. O. du Jutland se trouve une assise assez considérable de «moler» (terre à diatomées), d'âge éocène, d'après M. Stolley.

L'oligocène supérieur et le miocène danois sont représentés par de puissantes couches de sable micacé et d'argile micacée (Glimmersand et Glimmerler); elles s'étendent sur la partie S. O. du continent et renferment parfois de petites couches de lignite.

VI. *Quaternaire.* — a. *Dépôts pléistocènes* (terrain erratique); cette formation donne au paysage danois son caractère particulier. Les ondulations douces de la surface, le

manque de régime bien défini des cours d'eau, les nombreuses îles basses et les fjords irréguliers, tout cela a été produit par la nappe glaciaire, qui a répandu ses dépôts sur le Danemark, comme sur le reste de l'Europe septentrionale, pendant la première partie de l'ère quaternaire. L'épaisseur de cette formation est très variable et peut atteindre 160 mètres. Le dépôt le plus important est l'argile morainique, dont se compose le sol superficiel de la plus grande partie du Danemark et à laquelle le pays doit sa fertilité.

Parmi les nombreux blocs erratiques venus de Suède et Norvège, on cite surtout le Hesselager-Sten, dont la masse est évaluée à 1,000 tonnes.

Dans plusieurs localités du Jutland, M. Hartz a constaté des dépôts interglaciaires d'eau douce, contenant les restes d'une flore dont les éléments les plus caractéristiques sont : *picea excelsa, quercus pedunculata, brasenia purpurea.*

Dans les îles méridionales du Danemark, le terrain erratique renferme des argiles marines à *cyprina islandica,* probablement également interglaciaires.

Le terrain erratique danois peut être divisé en trois étages :

α. terrain inférieur répandu sur toute la péninsule danoise;

β. couches interglaciaires;

γ. terrain erratique supérieur, existant seulement dans l'est du pays; il est formé par le grand glacier baltique de M. de Geer, dont les moraines terminales traversent le milieu du Jutland du S. S. O. au N. N. E.

A l'ouest de cette zone s'étendent de grandes plaines sablonneuses (Hedeflader) formées par les rivières, au fond du glacier baltique, et qui sont la partie la moins fertile du Danemark.

Enfin, avant de quitter les dépôts erratiques, mentionnons encore l'argile à *yoldia arctica,* formée dans le nord du Jutland vers l'époque glaciaire et montrant que cette partie de la presqu'île, par un affaissement du sol, fut alors envahie par la mer jusqu'à une altitude de 50 mètres environ au-dessus du niveau actuel.

Dans le reste du pays, le dépôt le plus jeune d'âge pléistocène est une argile d'eau douce à *dryas octopetala;* elle marque la dernière phase de l'époque et occupe de nombreux petits bassins dans l'argile morainique; on y trouve une flore et une faune d'un caractère franchement arctique.

b. *Dépôts récents.* — Les recherches célèbres de Jap. Steenstrup ont révélé dans les tourbières la succession suivante (de bas en haut) :

1° tourbe et limon à *populus tremula;*

2° tourbe à *pinus sylvestris;*

3° tourbe à *quercus robur;*

4° tourbe à *fagus sylvatica.*

Cette succession montre le développement graduel du climat tempéré danois.

Quant aux oscillations du sol, elle étaient déjà connues en partie du temps de Forchhammer, qui a montré, en 1856, que tout le Danemark, dans la première partie de l'époque récente, fut élevé à une hauteur bien supérieure à la hauteur actuelle; il

faisait alors partie du grand continent européen, ce qui est prouvé par la découverte de tourbières sous-marines, dans le Sund et les Belts, à des profondeurs assez considérables. Ceci concorde avec l'affirmation des géologues suédois que, pendant le commencement de l'époque récente, la mer Baltique était devenue un lac d'eau douce; pendant ce temps, la flore changeait peu à peu; les taillis de trembles faisaient place aux sapins et ceux-ci, à leur tour, étaient remplacés par des forêts de chênes et de hêtres; puis, un lent affaissement du sol fit pénétrer pour la seconde fois les eaux de la mer dans le lac Baltique; alors la partie N. E. du Jutland et de la Seelande fut immergée. C'est alors que se déposa l'argile à *cardium edule* qui recouvre un espace assez considérable au N. E. du Jutland; les eaux du Cattégat, aussi bien que celles de la Baltique, étaient alors plus salées qu'aujourd'hui; les huîtres pullulaient dans tous les fjords et les habitants de cette époque ancienne, dont le degré de civilisation ne dépassait pas la phase paléolithique, accumulaient leurs «kjökkenmøddinger», monuments qui ont permis l'étude approfondie de la vie humaine en ces temps reculés.

Après cette période, un soulèvement du sol, à phases successives, a établi la répartition actuelle de la terre et de la mer, dans le N. E. du Danemark. La partie S. O. n'y a pris aucune part et il semble même que l'affaissement du sol s'y soit continué jusqu'à l'époque historique.

INDUSTRIE MINÉRALE DU DANEMARK EN 1900.

L'industrie minérale joue un rôle fort peu important en Danemark, et les métaux, comme le charbon, proviennent presque exclusivement d'Angleterre, à l'exception de la tourbe.

En effet, la houille (à Bornholm) est inexploitable, mais les tourbières occupent dans le pays une superficie de 140 kilomètres carrés, dont la majeure partie se trouve en Jutland. La tourbe est employée pour la consommation locale et aucune statistique n'en indique, même approximativement, la production annuelle, assez variable d'ailleurs.

Les lignites du Jutland sont en couches peu importantes et ce charbon est d'une qualité tellement médiocre qu'il n'est pas exploité.

Quant aux Antilles danoises, on n'en extrait également aucun combustible, mais seulement de la pierre de construction[1].

L'industrie minérale danoise proprement dite élabore seulement les principaux produits suivants : tuiles, porcelaine, ciment, pierres de construction (calcaire, granit). La cryolithe est spéciale au Groënland, et le spath, à l'Islande. Pour le spath d'Islande, aucune stastistique n'indique la production; l'exploitation en est d'ailleurs fort irrégulière, toujours insignifiante, parfois nulle pendant plusieurs années consécutives; aussi, les prix sont-ils extrêmement variables.

[1] La géologie de cette colonie n'a jamais été faite par les Danois; et on ne sait des Antilles danoises que ce que mentionnent les notes déjà anciennes du chimiste suédois Cleve et l'ouvrage de M. E. Suess : *La face de la terre,* traduit par M. de Margerie (Paris, 1899).

Les argiles quaternaires, répandues si abondamment sur tout le pays, sont exploitées pour des tuileries et des briqueteries, dont le nombre était de 800 en 1900; mais 200 seulement sont importantes et pourvues de moteurs mécaniques.

La production totale en 1899 a été d'environ 400 millions de tuiles ou briques; elle est d'ailleurs complètement insuffisante, puisque l'importation a été évaluée pour 1899 à 2 millions et demi de francs et l'exportation à 560,000 francs seulement.

Les argiles réfractaires ne se trouvent que dans l'île de Bornholm, ainsi d'ailleurs que les carrières de kaolin, qui, en 1897, ont produit 16,000 tonnes, exportées pour une valeur de 370,000 francs.

Le ciment danois est fabriqué près des villes de Aalborg et de Mariager, toutes deux au N.E. du Jutland, à l'aide de la craie blanche, des argiles à *Yoldia*, du terrain erratique et des argiles plastiques tertiaires. La production en 1897 a été d'environ 85,000 tonnes (en 1889, elle était de 49,000 tonnes seulement). Comme pour la brique et la tuile, les importations de ciment (30,000 tonnes en 1897) dépassent de beaucoup l'exportation (7,500 tonnes en 1897). Il est vrai que la production augmente rapidement chaque année; ainsi, en 1900, l'importation n'est plus que de 17,000 tonnes et l'exportation dépasse 14,000; on espère qu'en 1901 l'exportation l'emportera sur l'importation.

Les calcaires daniens sont exploités comme pierres de construction et utilisés également pour la fabrication de la chaux; ils sont employés aussi par les sucreries. L'exploitation principale est celle de «Faxe Kalk Brud», située à environ 50 kilomètres au-sud-ouest de Copenhague et qui, à elle seule, fournit les deux tiers de la production totale du pays. Voici, depuis 1889, cette production :

ANNÉES.	PRODUCTION TOTALE DU DANEMARK.	IMPORTATION DE SUÈDE.	EXPORTATION DANOISE.	VALEUR DE L'EXPORTATION.
	mètres cubes.	mètres cubes.	mètres cubes.	kroner (1).
1889	93,600	13,000	24,500	//
1890	89,500	11,000	20,300	//
1891	91,300	11,400	22,400	120,000
1892	91,300	13,000	24,400	126,000
1893	92,700	15,400	27,900	143,000
1894	108,000	10,800	28,500	145,000
1895	111,000	12,500	31,800	160,000
1896	124,000	15,400	35,200	172,000
1897	133,000	15,400	39,100	193,000
1898	129,000	28,100	37,600	189,000
1899	128,000	24,700	43,400	230,000

(1) Le kroner (couronne), au pair, vaut 1 fr. 40.

Le silex employé pour les boulets broyeurs des faïenceries commence à être exporté en 1899 : 4,300 tonnes pour 100,000 couronnes (140,000 francs).

Granit de Bornholm. — On en a extrait 75,000 tonnes en 1899, d'une valeur d'environ 1,000,000 de francs et dont le tiers a été exporté.

Cryolithe groënlandaise. — La *Compagnie danoise de cryolithe, de mines et de commerce* fut fondée en 1852, par M. Julius Thomsen (professeur de chimie, directeur de l'École polytechnique de Copenhague et président de l'Académie royale des sciences), pour l'exploitation de la cryolithe.

Le minerai fut découvert en 1795, à Ivigtut, près d'Arsukfjord, sur la côte S. O. du Groënland (61° 12′ de latitude). C'est le plus important gisement connu de cryolithe. L'exploitation en a commencé il y a 45 ans. Les premières cargaisons arrivées en Danemark servirent exclusivement à la fabrication de la soude; puis, peu à peu, les demandes augmentèrent, par suite de la création de la fabrique de produits chimiques de Oeresund et de l'utilisation de la cryolithe pour la production de l'aluminium et la fabrication de l'émail.

La «Kryolith-Mine oz Handenselshab» est une société par actions, qui reçut du Gouvernement danois la concession d'Ivigtut, moyennant le payement d'un droit annuel de 100,000 couronnes.

L'exploitation se fait à ciel ouvert et occupe, en été, environ 100 ouvriers danois, en hiver, 50. La cryolithe extraite est en partie embarquée sur des vaisseaux américains pour Philadelphie, en partie sur des navires danois pour Copenhague. La production a été en :

	m. cubes.		m. cubes.
1889 de	4,334	1895 de	4,690
1890	3,207	1896	2,387
1891	4,033	1897	5,199
1892	3,505	1898	3,233
1893	4,917	1899	3,564
1894	4,521	1900	4,492

Le mètre cube pèse environ 2 tonnes 1/2.

Øresunds kemeiske fabriker. — Cette usine prépare la cryolithe pure pour la fabrication du verre opale, de l'émail et de l'aluminium. La cryolithe apportée du Groënland est impure; elle renferme du fer spathique, de la galène, de la blende, de la chalcopyrite, de la pyrite de fer et du quartz.

L'usine fut fondée en 1859: depuis les progrès de la méthode Solvay, la cryolithe n'est plus traitée, mais seulement épurée à Oeresund.

L'opération se faisait par un triage à la main et un tamisage mécanique, mais, depuis un an, on emploie des séparateurs électro-magnétiques Wetherill.

La cryolithe brute contient de 10 à 15 p. 100 d'impuretés; voici l'analyse d'un échantillon commercial :

	p. 100.		p. 100.
Al	12.99	Fl	52.49
Fe^2O^3	0.20	SiO^2	1.74
CaO	0.02	Eau	0.27
Na	32.29		

Elle est vendue généralement à l'état de poudre.

La galène qui accompagne le minerai brut contient souvent 7,10 p. 100 d'argent.

La cryolithe ne fut utilisée en grand pour la fabrication de l'aluminium qu'après l'introduction de la méthode électrolytique d'Héroult.

Les usines produisant du verre opale emploient environ 10 p. 100 de cryolithe, dont une partie du fluor se volatilise sous forme de fluorure de silicium ($Si^2 Fl^4$).

Dans la fabrication de l'émail pour fer, on consomme beaucoup de cryolithe comme fondant, car elle donne un émail exempt de principes vénéneux.

La production de l'émail et du verre opale au moyen de la cryolithe a commencé vers 1880. Elle a pris depuis un grand essor, surtout en Allemagne et en Belgique.

COLONIES DANOISES.

GROËNLAND.

L'exposition groënlandaise du Trocadéro (voisine de celle de Cuba) comprenait de très beaux échantillons de cryolithe et toute la collection des « Meddelelser om Grouland », remarquable publication périodique scientifique, dont chaque livraison est généralement accompagnée d'un résumé en français, qui permet de se rendre compte de l'immense œuvre danoise aux pays arctiques.

Voici la liste des explorations dont les comptes rendus ont paru dans les Meddelelser après 1889 ; nous y ajouterons quelques pages résumant les divers travaux danois sur le Groënland et indiquant l'état actuel des connaissances relatives à la géologie de ce pays.

EXPÉDITIONS DANOISES AU GROËNLAND DEPUIS 1889.

1889. Campagne dans le détroit de Davis du capitaine de frégate Wandel, commandant le croiseur *Fylla*. Ses recherches furent uniquement ethnologiques et zoologiques.

1890. 1° Voyage des zoologues Lundbeck, Bergendal (de Lund) et Hartz dans le Nord-Groënland.

2° Croisière du lieutenant Bloch et du géologue H. Lassen, qui relèvent la côte entre Tigsaluk et Julianehaab.

1891–1892. Les lieutenants Ryder et Vedel, le botaniste Hartz, les zoologues Bay et Deichmann entreprennent l'expédition importante du Scoresby-Sund, sur la côte orientale, et l'exploration de l'île de Danemark, par 70 degrés 1/2 de latitude nord. Une carte géologique des pays visités fut dressée au retour.

1892 et 1893. 1° Le zoologue Traustedt fait des études sur la faune de l'île de Disko et sur ses fossiles crétacés et lignitiques.

2° Les lieutenants Garde et C. Moltke dressent le plan de l'archipel depuis Kitsigsut

jusqu'à Julianehaab, et font, du 16 au 28 juin, une excursion sur la glace continentale en partant de Sermeitsialik jusqu'à 2,200 mètres d'altitude et à 110 kilomètres vers le nord. Ils reviennent au point de départ après avoir parcouru un arc de 170 kilomètres. (Cette excursion complète celle faite en 1870 par M. Jessen sur la glace continentale.)

1894. 1° Les lieutenants Moltke et Frode Petersen et le géologue Jessen font le relevé de l'archipel au sud de Julianehaab jusqu'à Igdlokasik; M. Jessen dresse une carte géologique.

2° Le lieutenant d'infanterie Daniel Brunn fait une expédition archéologique dans l'Osterbygd.

1897. 1° Les lieutenants Frode Petersen et Borg, le géologue Pjetursson et le botaniste Kruuse relèvent la région comprise entre Godhavn et le Nord-Strömfjord, ce qui comble la dernière lacune de la côte occidentale d'Alson-Bay.

2° Le minéralogiste Flink, de Stockholm, rapporte du district de Julianehaab des substances minérales et principalement de Kangerdluarsuk et de Narsarsuk.

1898. Le géologue Steenstrup, le botaniste Petersen et le peintre H. Moltke visitent l'intérieur de l'île de Disko. Ils constatent que le fond de toutes ses vallées est comblé par des glaciers émis par le plateau intérieur que recouvrent les neiges.

1899. 1° Le lieutenant Amdrup, le botaniste et géologue Kruuse, ainsi que le zoologiste Pulsen, débarquent sur la côte orientale, à Angmagsalik où ils hivernent. Puis ils font le relevé d'une croisière vers le nord jusqu'au 67e degré 1/3 de latitude nord, dont ils prennent possession au nom du roi de Danemark. Ils établissent des dépôts par 66 degrés 1/4 et 67 degrés 1/4 de latitude nord et constatent que tout ce littoral fut habité par les Esquimaux. M. Amdrup doit débarquer en 1900 aux environs de Scoresby-Sund par 70 degrés, où il cherchera à atteindre à Angmagsalik en allant vers le sud et en profitant de ses dépôts établis en 1899.

2° Le géologue Steenstrup, accompagné de l'ingénieur A. Theilgaard, continue la collection d'eudialites commencée en 1888 à Kangerdluarsuk pour la compagnie de cryolithe; il en rapporte environ 41 tonnes de minerai brut et, pour analyse, des échantillons de grès rouge des fjords d'Igaliko et de Tunugdliarfik.

Telles sont les expéditions officielles danoises; mais, outre ces dernières, sur l'initiative du Musée zoologique, eurent lieu, en 1895 et 1896, les deux expéditions de l'Ingolf, dans les détroits de Danemark et de Davis, dont la relation est actuellement en voie d'élaboration (*Den danske in Golf expedition*).

GÉOLOGIE DU GROËNLAND.

La plus grande partie du Groënland est recouverte par la glace continentale et complètement inaccessible à l'exploration géologique. Seule, la côte permet d'avoir une idée de la structure du pays (fig. 46).

Voici la description rapide de la côte occidentale en partant du nord. Elle a été faite, entre le 78e et le 80e degré de latitude, par MM. Feilden et de Rance; ils mentionnent du lignite dans des couches miocènes, puis des calcaires et des conglomérats siluriens, enfin du gneiss au cap Isabella.

Cette partie de la côte a été également décrite dans les *Glacial studies in Greenland, Annales of Geology* (Chamberlin, 1895[1]).

Les explorations danoises commencent au 74e degré 30 minutes de latitude nord; jusqu'au 72e degré 30 minutes, la côte est formée de gneiss presque uniquement; entre le 72e degré 30 minutes et le 69e degré 15 minutes de latitude, le profil est plus varié; il a été étudié par M. le Dr J. K. V. Steenstrup, qui a dressé deux cartes parues en 1893.

Ce profil comprend :

1° des formations azoïques (gneiss et schistes cristallins);

2° des formations crétacées;

3° des formations miocènes;

4° des masses de trapp et de basalte qui, en général, recouvrent les formations précédentes.

Les dépôts azoïques qui, dans l'île de Disko, n'ont qu'une hauteur de 100 mètres, s'élèvent à 1,500 mètres dans la presqu'île de Nugsuak et à 2,100 mètres dans l'île d'Upernivik; mais, dans les fjords de la partie la plus septentrionale et dans la presqu'île de Kanjak, elles dépassent à peine 940 mètres.

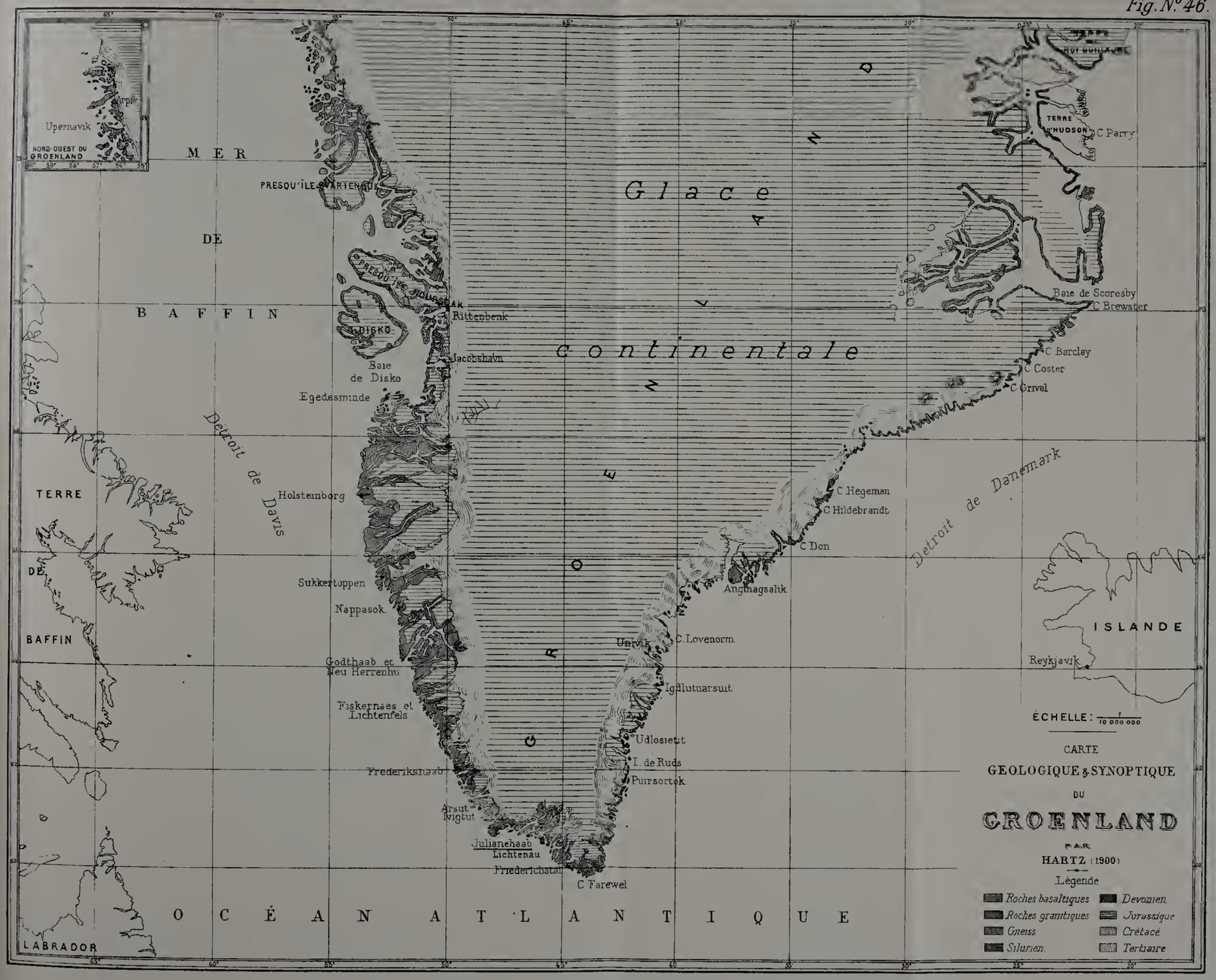
C'est à Disko, en 1898, au Mellemfjord (fig. 47), que J. K. V. Steenstrup découvrit, sur la côte orientale de l'île, la plus chaude des sources nord-groënlandaises (température : 18°8 centigrades).

La masse principale des roches azoïques de la côte se compose de gneiss, avec des couches subordonnées de hornblende (par exemple le rocher d'Umanak), de schistes micacés et argileux, de pierre ollaire et de dolomie. Les bancs sont, en somme, assez réguliers dans la partie intérieure du fjord d'Umanak; les îles allongées et les presqu'îles de ce fjord ont une surface relativement plate et des côtes escarpées, avec une pente uniforme vers le sud-ouest, coupée par de profondes vallées, dont la direction est à peu près perpendiculaire à celle de l'inclinaison des couches.

Dans les deux presqu'îles situées de chaque côté de Kangerdluarsuk et dans la grande île d'Upernivik, où s'élèvent les plus hautes montagnes nord-groënlandaises, on trouve au contraire une infinité de cimes aiguës qui se dressent comme une forêt de mâts, et la disposition des couches est fort compliquée; elles sont presque partout très inclinées et violemment contournées. La roche dominante est un granit gris et rouge, tantôt à grain fin et ressemblant au gneiss, comme à Kiagtut, tantôt à gros grain et porphyritique, comme à Kangerdluarsuk et à Sermilik. Les filons de pegmatite y sont rares, mais nombreux ceux de diabase. Par son mélange avec la hornblende, le granit devient

[1] Voir aussi : *Annales de géographie* (1898, t. 7), l'article de M. Maurice Zimmermann : *Le régime glaciaire au Groënland.*

Fig. N° 46.


Upernavik
NORD-OUEST DU GROENLAND
MER
DE
BAFFIN
PRESQU'ÎLE WARTENBURG
DISKO
Rittenbenk
Jacobshavn
Baie de Disko
Egedesminde
Détroit de Davis
TERRE
DE
BAFFIN
Holstenborg
Sukkertoppen
Nappasok
Godthaab et Neu Herrenhu
Fiskernaes et Lichtenfels
Frederikshaab
Arsut Ivigtut
Julianehaab
Lichtenau
Friederichstal
C Farewel
Glace
continentale
GROENLAND
Baie de Scoresby
C Brewster
C Barclay
C Coster
C Grivel
C Hegeman
C Hildebrandt
C Don
Angmagsalik
Détroit de Danemark
C. Lovenorm
Igallutnarsuit
Udlosiett
I. de Ruds
Puirsortok
ISLANDE
Reykjavik
TERRE D'HUDSON
C Parry
ÉCHELLE : 1/10 000 000
CARTE
GEOLOGIQUE & SYNOPTIQUE
DU
GROENLAND
PAR
HARTZ (1900)
Légende
Roches basaltiques
Roches granitiques
Gneiss
Silurien
Devonien
Jurassique
Crétacé
Tertiaire
OCÉAN ATLANTIQUE
LABRADOR

syénitique, puis se transforme en syénite, renfermant souvent soit de l'arfvedsonite, soit de la sodalite ; la roche est alors appelée *sodalite syénite* par M. Steenstrup.

Dans les environs du fjord Kanjak, les montagnes ont un aspect intermédiaire entre

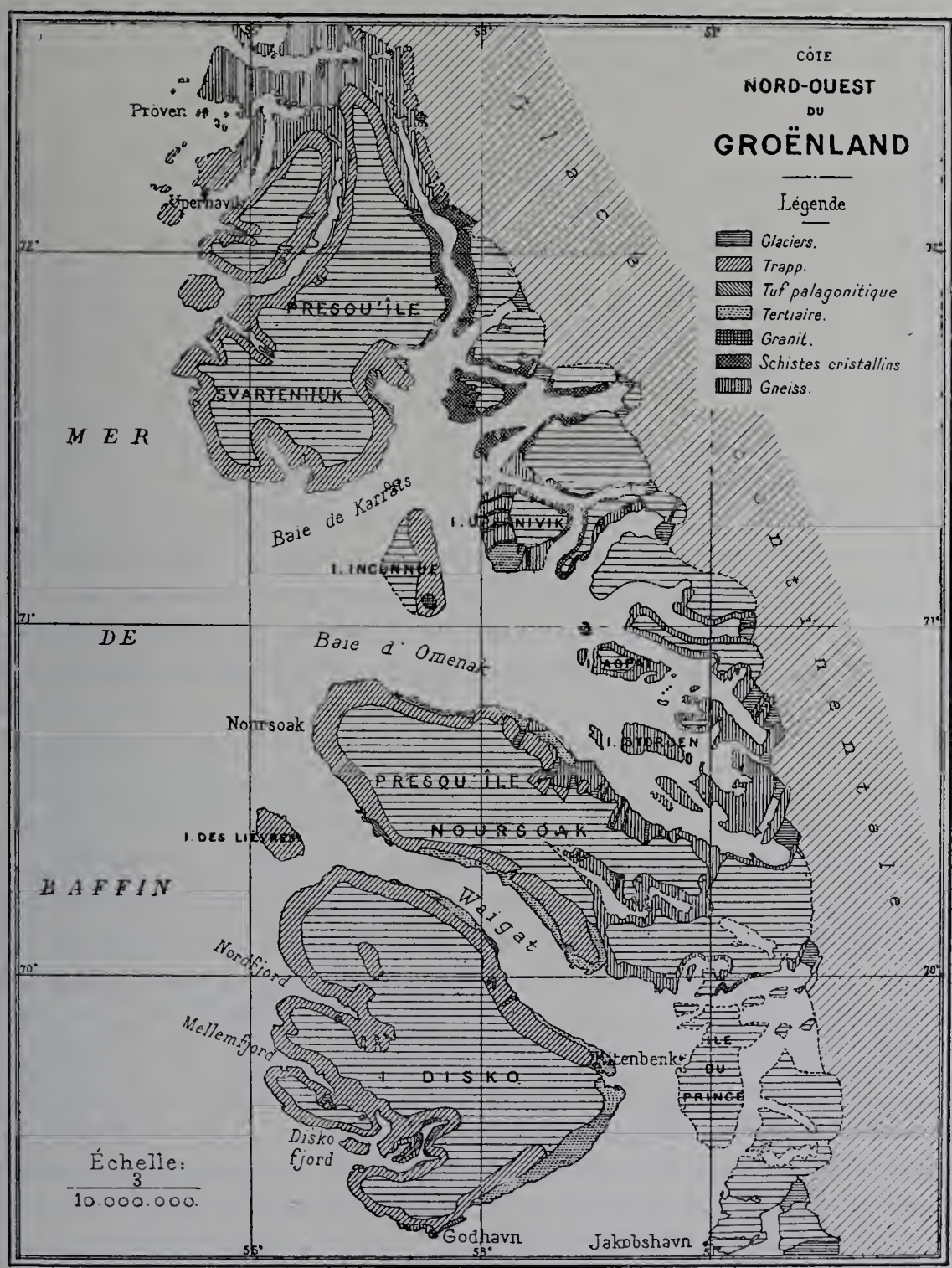


Fig. 47. — Côte nord-ouest du Groënland.

les îles plates du fjord d'Umanak et les cimes aiguës d'Upernivik, les sommets ayant la forme d'une arête avec versants à pente modérée et uniforme.

Les roches sont aussi très redressées et se composent de schistes argileux et micacés.

dont les bancs s'étendent à plusieurs milles le long de la côte, avec une inclinaison plus ou moins forte, mais toujours dirigée dans le même sens.

Les couches de sable qui se sont déposées dans les périodes crétacée et miocène, et qui renferment du charbon, ont été épargnées par les mouvements postérieurs dans les endroits où elles ont été protégées par les masses de trapp qui les recouvraient, ou abritées par des montagnes escarpées de gneiss. Les deux formations réunies (crétacée et miocène) ont une puissance allant jusqu'à 900 mètres.

La parfaite conservation des plantes fossiles carbonifères prouve qu'elles croissaient dans le voisinage des lieux où gisent leurs restes.

M. Steenstrup, en constatant sur plusieurs points de la formation crétacée la présence de fossiles d'eau salée, par exemple à Ata et à Patoot, depuis le niveau de la mer jusqu'à 637 mètres et sur presque toute la hauteur de la formation, a réussi à montrer que les couches ne se sont pas exclusivement déposées dans des lacs d'eau douce ou des lits de rivières.

Le crétacé et le miocène sont recouverts de masses considérables de trapp ayant visiblement la même stratification que les couches sous-jacentes.

Ces formations de trapp et leurs dépôts sous-jacents sont traversés par un grand nombre de veines de basalte de 1 à 6 mètres de puissance, qui, de verticales, deviennent souvent horizontales en pénétrant dans les couches de sable et de schistes.

Des fossiles assez nombreux ont été recueillis à Ungersivik, par exemple la *Saxicava rugosa* et le *Mytilus edulio*, et surtout aux environs de Pagterfik; les *Meddelelser* en donnent la liste.

Ils présentent cette particularité remarquable que dans des coquilles fermées, on a trouvé le moule bien conservé, en argile et en sable, du canal intestinal de l'animal.

Enfin, par des mesures nombreuses, MM. Steenstrup et Hammer ont montré que le sol du Groënland s'abaissait réellement, selon la croyance admise.

Avant de quitter cette partie de la côte groënlandaise, nous dirons quelques mots des gisements et de la nature du fer nickelifère. Son existence au Groënland avait été signalée pour la première fois en 1818 par John Ross; mais la présence à la fois du nickel et du cobalt fut constatée seulement par Forchhammer, dans une masse de 10 kilogrammes rapportée en 1851 par Rink.

En 1870, Nordenskjold trouva trois gros blocs de fer natif gisant sur le rivage, au pied de la montagne basaltique Blaajfeld (Ovifak).

Mais ce fut seulement à la suite de la mission de M. Steenstrup qu'on trancha la question si controversée de l'existence du fer natif au Groënland. Le vaillant explorateur eut, d'ailleurs, de la peine à déraciner l'opinion que le fer nickelifère groënlandais était météorique. Il prouva que ce fer provenait d'une roche voisine découverte par lui, en 1872, à Asuk (île de Disko); cette roche est un basalte contenant des globules de fer natif avec du nickel et du cobalt.

De son voyage (1878-1880), M. Steenstrup rapporta une coupe des couches d'Asuk, savoir : au bas de la pente formée par la falaise de la côte, des grès d'une

puissance de 6 mètres; au-dessus d'eux, du tuf; puis, du basalte (4 mètres); enfin, le basalte à fer natif (16 mètres). Ces couches sont inclinées de 10 degrés vers le nord-ouest.

Les grains de fer du basalte ont toutes les grosseurs, depuis une fraction de millimètre jusqu'à 18 millimètres. Le polissage des gros grains y fait apparaître les jolies figures dites de *Widmannstätten*.

Le même basalte à inclusions se retrouve sur les côtes nord et sud de Disko et à Jarnpynten (côte ouest du Mellemfjord), il a une puissance de 30 mètres sur une longueur de 2 kilomètres.

Le fer nickelifère est partout accompagné de graphite, dont le rôle fut certainement prépondérant dans la séparation du fer nickelifère.

Ce fer a été analysé pour la première fois par Daubrée.

Dans l'île d'Upernivik, M. Steenstrup a constaté l'existence d'un basalte à inclusions graphitiques, sans fer, de la grosseur d'un pois.

Dans un deuxième voyage, en 1880, il reconnut la présence du lignite dans 71 localités de la côte, depuis Ingnerit (à l'ouest de la presqu'île de Svartenhuk), jusqu'à l'extrémité méridionale de Disko, et nota la puissance et le profil de ces couches. (Livraisons de 1893 des *Meddelelser, Femte Hefte.*)

Les collections considérables de plantes fossiles rapportées par lui furent étudiées par le professeur Oswald Heer, de Zurich, qui reconnut ainsi 316 espèces, dont 137 appartenant à la formation crétacée et 179 à la formation tertiaire. A la suite de nouvelles explorations danoises ou groënlandaises, les espèces classées en 1893 se montaient au total de 613.

On reconnut ainsi que, même dans les pays arctiques, au moment de la période tertiaire, le climat devait être beaucoup plus chaud qu'aujourd'hui, ce que dénote, en particulier, la présence du tulipier, qui ne peut vivre dans des régions dont la température descend au-dessous de 15 degrés.

Les plantes de la formation crétacée ont permis à M. Heer de distinguer trois étages, appelés d'après les noms des localités où les fossiles ont été recueillis : couches de Kome, d'Atane et de Patoot.

La flore de Kome est caractérisée par l'absence presque complète de dicotylédones; elle a été rapportée à l'urgonien[1].

Dans la flore d'Atane, les dicotylédones occupent une place importante; cette flore appartient au cénomanien.

Dans les couches de Patoot, les dicotylédones figurent pour plus de moitié dans la flore, et les cycadées, si nombreuses dans les couches de Kome et d'Atane, font complètement défaut. Ces couches ont été rattachées au terrain sénonien supérieur.

La flore tertiaire est très riche (300 espèces); elle est considérée comme miocène par M. Heer, comme éocène par d'autres savants.

[1] Voir aussi : *Cretaceus series of the west coast of Greenland* (Bulletin de la Société géologique américaine, 1898).

IMPRIMERIE NATIONALE.

Au sud du 69e degré 15 minutes, la côte est formée principalement de gneiss et de schistes cristallins avec, çà et là, des îlots secondaires de granit.

A Kugsnak, le lieutenant de vaisseau Jensen trouva de la pierre ollaire, de l'asbeste, et, au fond de toutes les cavités remplies d'eau, une grande quantité de cette poudre de roche, de couleur foncée, que les vents transportent, et que M. Nordenskjold a appelée *kryokonite*. C'est près de cette partie de la côte qu'est l'île de Siorarsuit, d'où M. Jensen a rapporté des échantillons d'olivine, qui s'y trouve en grande quantité; son existence est importante au point de vue des analogies entre les minéraux de Norvège et ceux de l'ouest groënlandais.

Ce fut aussi le lieutenant Jensen qui étudia la nature des roches de la côte entre les 64e et 62e degrés, avec l'aide du géologue Kornerup. Cette côte est d'ailleurs très uniforme et composée surtout de gneiss gris; les roches éruptives y sont uniquement représentées par des pegmatites et des diabases. Le gneiss renferme des grenats et des tourmalines (à Karusulik, fjord d'Ameralik), de la saphirine à Fiskernaes et du béryl en gros cristaux au fjord de Godthaab.

Les stries des roches montrent que la glace continentale s'étendait jadis sur cette partie de la côte beaucoup plus loin qu'aujourd'hui. Plus au sud encore, au 61e degré 12 minutes, à l'endroit appelé *Ivigtut*, on exploite l'important gisement de cryolithe, dont l'extraction annuelle est variable, mais a atteint jusqu'à 12,000 tonnes.

En continuant à descendre vers le sud, le long de la côte occidentale, formée de granit gris ou rouge, on arrive à l'île de Kekertarsuak, où se trouve un gisement de cuivre panaché, qui a été en grande partie exploité.

Plus au sud, on rencontre la presqu'île de Narsak, formée de granit, de syénite et de grès rouge. Le grès est traversé par un grand nombre de filons de porphyre. On ignore l'âge de ce grès, qui ne contient aucun fossile. Quant à la syénite, elle est intéressante en raison des nombreux minéraux rares qui y ont été trouvés : *rinkite, steenstrupine, kornerupine, lorenzenite, kohenite* (carbure de fer étudié par M. Kohen). A signaler aussi la découverte du corps simple *helium* dans le spath fluor d'Ivigtut.

En 1889, M. Hartz découvrit des sources chaudes (à 40°) jaillissant dans l'île d'Unartok, par 60° 30′.

La partie la plus habitée de la côte occidentale du Groënland est celle désignée sous le nom de *District de Julianehaab*.

DISTRICT DE JULIANEHAAB.

Il a été exploré, en 1893 et 1894, par les lieutenants Garde, C. Moltke, Frode Petersen et le géologue Jessen (fig. 48).

Ce district comprend, outre la terre ferme, un vaste archipel; on a dressé la carte détaillée de ses nombreux et complexes îlots parmi lesquels (fig. 49) circulent presque chaque année les navires de commerce groënlandais. En outre, on explora la côte, jusqu'alors inconnue, de la grande île de Nunarsuit, qui termine le Groënland au sud-ouest

et qui fut si justement nommée par le navigateur anglais John Davis : *Terre de la Désolation*. Le nombre et la profondeur des dentelures de la côte sont tels qu'elles semblent découper l'île. L'intérieur est en général bas, tandis que la côte se relève jusqu'à 750 mètres au sommet du Kitdlavat. La roche dominante est une syénite à gros grain dans la partie occidentale de Nunarsuit et le granit dans la partie orientale; la syénite contient des cristaux de zircone dans d'étroits filons de hornblende, comme à Tuluvartalik (île de l'archipel du district de Julianehaab, reconnue déjà par Guisecke).

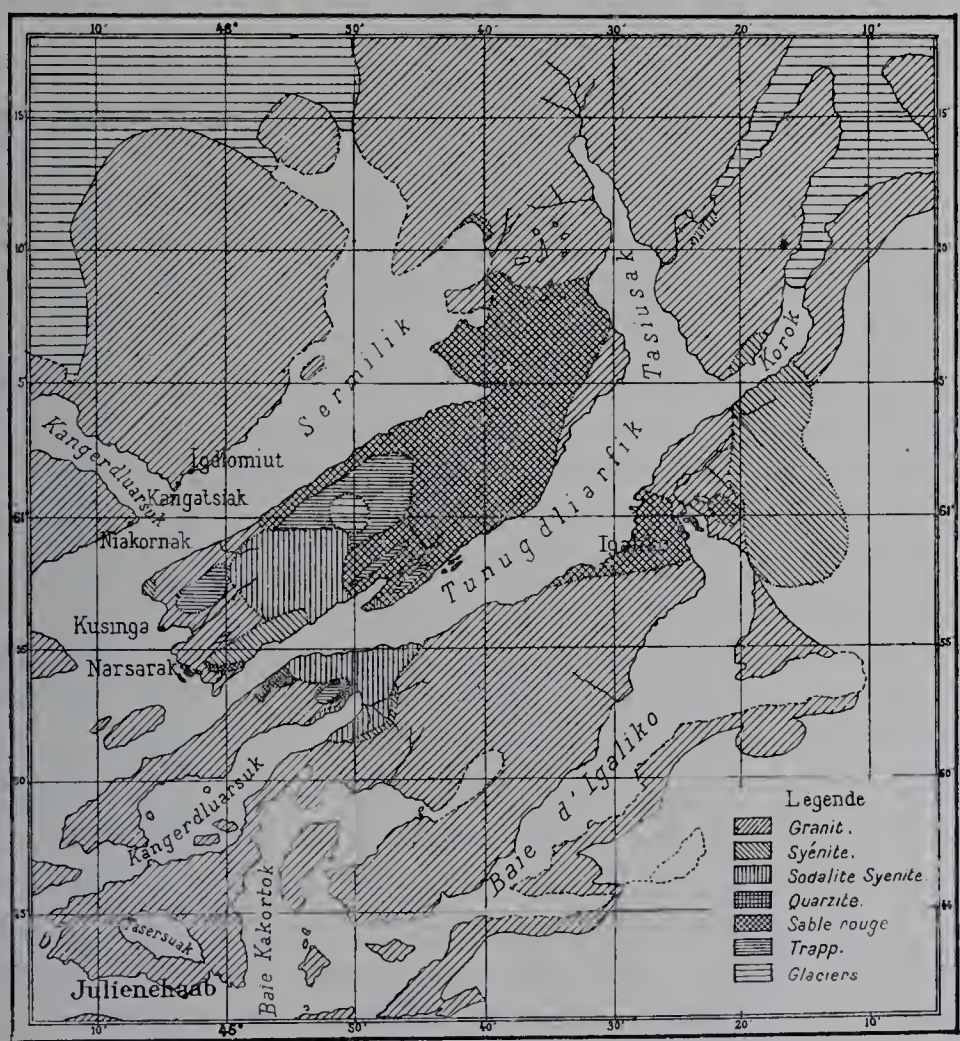


Fig. 48. — Côte sud-ouest (Julianehaab).

L'archipel est formé surtout d'îlots de granit à gros grain sillonné de filons de diorite très friable.

Ces îles sont habitées l'été par des chasseurs de phoques, qui ont aidé beaucoup les explorateurs à relever l'archipel, car ils connaissent le moindre îlot.

La remarquable expédition de 1893 sur la glace continentale eut lieu dans la seconde quinzaine de juin. Elle releva quelques nunataks (cimes rocheuses et sans glace qui se dressent à travers la glace continentale comme des îles désertes); l'un d'eux fut gravi, on n'y trouva pas même la plus pauvre végétation. L'excursion entière dura treize jours et douze nuits, pendant lesquels on parcourut 279 kilomètres, uniquement

à travers des glaciers, soit une moyenne de 22 kilomètres par 24 heures, avec maximum de 56 kilomètres et minimum de 6 kilomètres.

En 1894, on envoya une nouvelle expédition au Groënland méridional; elle fut confiée à M. le comte C. Moltke, lieutenant de vaisseau de la marine danoise, accompagné de l'enseigne de vaisseau Petersen et du géologue Jessen.

Cette expédition s'était donné pour tâche principale l'exploration géologique et géographique du littoral, de Julianehaab à Nanortalik, et de l'archipel de Kitsigsut qui en occupe le sud.

La côte est dentelée par cinq fjords (d'une profondeur variant de 225 à 450 mètres) qui n'émettent pas d'icebergs; elle est formée de granit et de syénite. Entre Julianehaab et Sydproven, on trouve dans le granit des filons de diabase et de pegmatite; à l'est de Sydproven, le granit est à gros grains et ne contient pas de filon; la côte présente aussi du gneiss, le plus souvent irrégulièrement plissé, et parfois des brèches composées de grandes plaques de gneiss empâtées dans du granit. A l'intérieur du fjord de Tasermuit, le granit forme des cimes inaccessibles, de 200 mètres d'altitude. Les îles basses et arrondies de Kitsigsut sont composées de syénite gris brun à gros grain, qui s'effleurit facilement et rappelle beaucoup le granit de l'est de Sydproven.

Dans l'île d'Unartok, il y a des sources thermales (41°4) renfermant près de 1 gramme de substances solides par litre; le gaz qui monte en bulles dans l'eau serait de l'azote pur, d'après M. Jessen, et les stalactites déposées dans les bassins contiendraient de la fiorite, d'après le docteur Rørdam.

Les terrasses de la côte témoignent, d'après les géologues danois, que le sol s'est soulevé après le retrait de la glace continentale dans ses limites actuelles. Le soulèvement est d'environ 52 mètres; il est le même dans les îles et dans l'intérieur des fjords; les blocs erratiques et les moraines sont nombreux et, le long de la côte, le nombre des icebergs est considérable, mais ils sont exempts de graviers et de pierres; l'intérieur des fjords présente une végétation surprenante sur plusieurs points, par exemple des bouquets de saules et de bouleaux. Le plus fort tronc mesuré avait 0 m. 86 de circonférence et plus de 5 mètres de haut. Les bois ne poussent que dans les anfractuosités, à l'abri du *foehn*, le dangereux vent du nord.

L'expédition prit enfin des mesures relatives à la vitesse des glaciers.

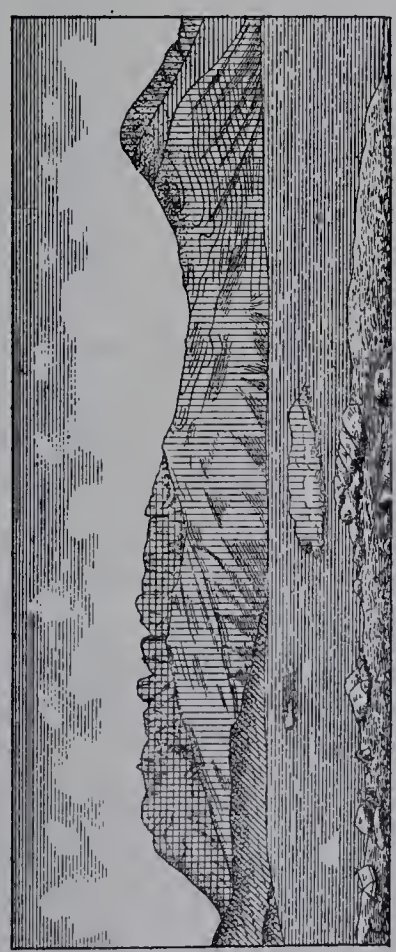
CÔTE EST DU GROËNLAND.

Sa partie la plus méridionale est composée de gneiss et de granit s'étendant jusqu'au 68e degré de latitude nord, où apparaissent les basaltes, d'après M. Andrup.

L'expédition la plus récente (1900) découvrit sur cette côte des empreintes végétales, des bois silicifiés et des fossiles marins tertiaires entre le 65e et le 66e degré. Autour de l'endroit appelé *cap Dan*, se trouve la région d'Angmagsalik, dont les habitants n'avaient jamais été en relation avec le monde civilisé avant l'expédition de 1883-1885, qui y trouva 548 individus.

Vue de la presqu'île de Narsak. — Côte de Kakarsuak. — Fjor Tunugdliarfik.

Côte de Nunasarnausak.



Côte de Kangerdluarsuk.

Granit — Syenite — Sodalité-syénite — Trapp — Quartzite — Grès rouge

Fig. 49. — Profils groënlandais.

La roche se compose là de gneiss et de granit sans autres minéraux utiles que la pierre ollaire, dont les indigènes, comme sur la côte occidentale, fabriquent des marmites et des lampes; mais la pierre ollaire est surtout cherchée plus au sud, à Pikiutdlek et à Iningsalik.

Les expéditions sur la côte orientale groënlandaise ont eu pour but d'abord d'éclaircir la question de savoir où Eric le Rouge fonda en 996, au Groënland, la colonie qui, avec les lieux habités dans les fjords voisins, reçut plus tard le nom de *Osterbigden*. Cette colonie était placée par les uns sur la côte occidentale, par les autres sur la côte orientale.

Les voyages principaux d'exploration sur la côte orientale furent ceux de Graah en 1829, de Holm et de Nordenskjold en 1883.

La mission Holm fut envoyée pour explorer la partie sud de la côte orientale et continuer les études du capitaine Graah.

Les principaux résultats des recherches de l'expédition sont les suivants :

1° on rectifia et on compléta la carte dressée par Graah de la côte orientale;

2° on dressa la carte du pays non encore relevé et qui reçut le nom de *Pays du Roi Christian IX*. La côte fut tracée, en outre, du 66e au 68e degré et demi de latitude nord, mais seulement d'après les renseignements des indigènes. Le Pays du roi Christian IX est habité par des Esquimaux qui n'avaient jamais eu de contact avec les Européens et dont la vie, les mœurs, la langue, les légendes furent étudiées et rapportées;

3° de nombreuses observations météorologiques furent faites à Angmagsalik, qu'on éleva au rang de station météorologique;

4° des recherches géologiques furent faites sur la côte orientale, et l'expédition en rapporta des collections considérables de minéraux et de plantes. Cette côte n'est pas aussi inaccessible qu'on le supposait jusqu'alors;

5° enfin, l'expédition explora la côte orientale aussi haut vers le nord qu'on pouvait supposer que Osterbygden avait été située, mais sans découvrir la moindre trace d'anciennes constructions non esquimaudes, ce qui fait considérer comme définitivement acquis que cette colonie était sur la côte occidentale.

Les documents géologiques rapportés par la mission ont permis à MM. Knitsen et Eberlin de traiter de la géologie du Groënland oriental entre le 66e degré de latitude et le cap Farwel. M. Knutsen fut le seul naturaliste qui accompagna le capitaine Holm dans son exploration de la côte orientale au nord du 62e degré 32 minutes, après la séparation de la mission, dont l'expédition du sud fut commandée par le lieutenant Garde.

Pour l'expédition du nord, toutefois, les recherches géologiques ne venaient qu'en seconde ligne.

Sur toute la côte parcourue par elle, les roches présentent une très grande uniformité : alternativement gneiss et granit, avec des couches secondaires de hornblende et un seul gisement de pierre ollaire, dans l'île d'Akitsek, sur le côté nord de la baie de Kjøge (65°).

Le granit est souvent mélangé de fragments de gneiss et, dans la partie la plus sep-

tentrionale, renferme beaucoup de grenats; on y trouve aussi de puissants filons de pegmatite. Dans le gneiss, on a constaté de nombreuses dislocations.

La côte forme cinq fjords à travers lesquels la glace continentale envoie des icebergs.

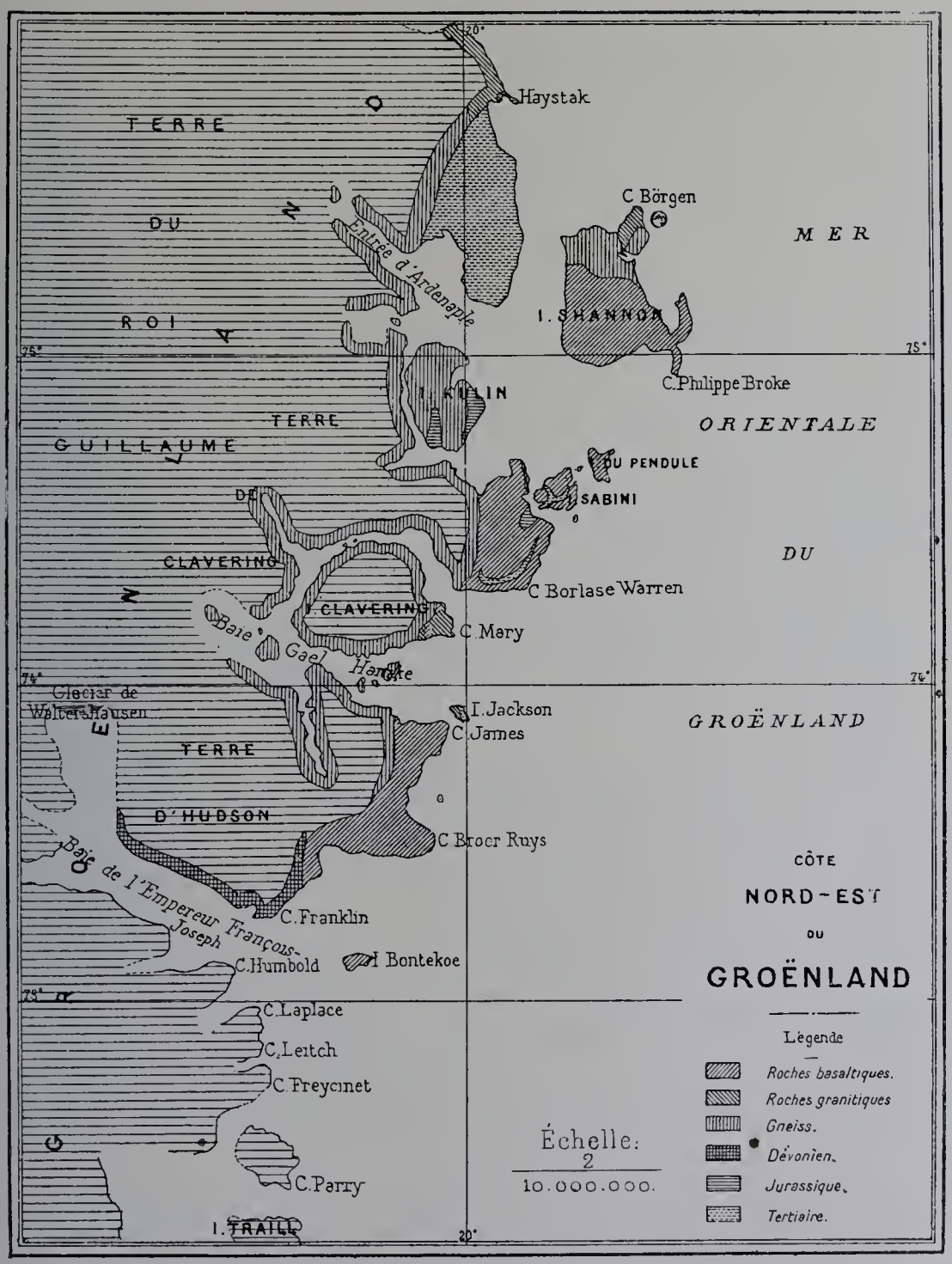


Fig. 50. — Côte nord-est du Groënland.

Les montagnes, surtout dans les parties éloignées de la glace continentale, sont remarquables par leur forme alpestre, c'est-à-dire leurs pics aigus et leurs flancs désagrégés; par contre, tout près de la glace continentale, dans les parties d'où elle s'est retirée, les montagnes sont basses, arrondies, lisses et non ravinées. On observe presque

partout les stries produites par les glaciers; elles suivent, en général, la direction des fjords et des vallées; on trouve souvent aussi des moraines latérales et quelquefois des moraines de flancs, tandis que les moraines terminales sont plus rares, presque tous les glaciers débouchant dans la mer.

La partie sud de la côte orientale, d'Umanak au cap Farwel, et, de là, jusqu'au 60e degré 45 minutes sur la côte occidentale, a été décrite par M. Eberlin, qui en a dressé une carte. Les roches qui occupent la plus grande partie de cette étendue sont déjà le granit et le gneiss; ces deux roches se répartissent de telle sorte que le pays est traversé par une zone de gneiss, au nord et au sud de laquelle il y a du granit d'espèces différentes.

Dans la partie granitique du nord, la roche est un granit ordinairement gris, gneissique et à grain fin, renfermant souvent de la hornblende, de la titanite, et, sur le promontoire au sud de Puisortok, de l'aventurine; en quelques points, la hornblende est si abondante, que la roche devient un granit syénitique. La transition est très graduelle; entre la partie granitique du nord et la zone du gneiss gris ordinaire, la roche renferme surtout de la hornblende et du fer magnétique et se trouve souvent mélangée de grenats; le graphite se montre aussi par couches sur la côte occidentale, à Nanortalik et en plusieurs points autour de l'embouchure du fjord de Tasermiut. Il existe une variété de gneiss renfermant des grenats et de la dichroïte bleue dans la partie méridionale de la zone du gneiss, tant sur la côte orientale, à Kangerujuk, que sur la côte occidentale, dans quelques petites îles au sud de Nanortalik et à l'extrémité sud de Sermersok.

Dans la partie granitique du sud, qui se relie au bord méridional de la zone du gneiss par une transition également graduelle, la roche se compose d'un granit gneissique à grain en général assez grossier et riche en grenats.

Vers l'intérieur du fjord de Lindenow se dressent tout à coup des montagnes de 2,300 mètres au-dessus de la mer, les plus hautes connues dans le Groënland oriental danois; elles dominent de 1,260 mètres les roches environnantes, composées de gneiss, tandis qu'elles-mêmes sont formées de syénite, qui semble avoir fait éruption et constitue comme un champignon, dont le chapeau repose en partie sur le gneiss. Les filons de diabase se rencontrent dans toutes les roches qui précèdent; ils peuvent avoir jusqu'à 47 mètres de largeur et sont parfois si nombreux et si puissants qu'ils arrivent à constituer une notable partie de la masse des grandes montagnes.

Dans la partie granitique du nord et dans la partie la plus septentrionale de la zone du gneiss, les filons renferment souvent de l'orthite ou de la syénite; l'orthite est fréquemment accompagnée de titanite et de fer magnétique.

Dans la partie méridionale de la zone du gneiss, on n'a jamais trouvé d'orthite dans les filons, mais partout des grenats, auxquels viennent se joindre l'andalousite et la tourmaline dans l'île de la Reine Louise (côte orientale) et à Nanortalik (côte occidentale); un peu au sud du cap Walløe sur la côte orientale, on a même rencontré le fer arsenical, le béryl et la polymignite.

Dans la partie granitique du nord, il y a, en quelques endroits, des filons réguliers de diorite schisteuse ayant jusqu'à 1 pied d'épaisseur.

Les gisements de pierre ollaire sont insignifiants et exploités seulement à Uvdlorsiutit (60° 30′).

La glace continentale de la région orientale a eu autrefois, comme à l'occident du Gröenland, une extension et une puissance plus grandes qu'aujourd'hui. Toutefois, la différence serait moindre sur la côte orientale, au sud du 63e degré, que sur la partie correspondante de la côte occidentale.

La banquise orientale (courant de glace qui descend le long de la côte orientale, contourne le cap Farwel et répand ses masses dans le détroit de Davis) est le plus grand courant de glace flottante qui soit connu; il se compose principalement de glace formée dans la mer polaire, à laquelle se joignent tous les icebergs de la côte et, en partie, la glace des fjords; ces différentes espèces de glaces charrient de l'argile en poudre fine, du gravier et des pierres. Ces pierres se divisent en deux espèces : 1° granit ou gneiss; 2° basalte amygdaloïde (n'existant pas sur la côte orientale au sud du 66e degré de latitude nord).

Le tonnage des pierres ainsi charriées est plus important sur la côte orientale où M. Scoresby a trouvé un jour, par 70 degrés de latitude, un énorme iceberg tellement chargé de pierres qu'il a cru pouvoir en évaluer le poids à 100,000 tonnes.

Il nous reste à signaler les couches jurassiques trouvées dans le Jamesons Land et décrites par M. Lundgren; elles contiennent d'abondants fossiles d'animaux marins rapportés au Dogger; enfin, des couches rhétiennes, vues également dans la même région, présentent une flore importante étudiée en 1900 par M. Hartz, qui y trouva dix-huit espèces connues et un grand nombre de fossiles nouveaux.

L'expédition suédoise de M. Nathorst en 1899, dans le Fleming Inlet, a examiné la nature des roches du pays; elles sont surtout paléozoïques. L'explorateur a cartographié les grands fjords du roi Oscar et de François-Joseph; cette carte n'a pas encore paru, mais elle est presque achevée et on sait par M. Nathorst que le gneiss domine dans l'intérieur des fjords. A l'est, ce sont des grès et des calcaires siluriens, puis une série importante de grès dévoniens; enfin, dans la partie la plus orientale, des roches basaltiques, diabasiques et granitiques.

ISLANDE.

L'exposition islandaise du Trocadéro, voisine de celle du Groënland, comprenait, en ce qui concerne la Classe 63, de nombreux et remarquables blocs de spath d'Islande exposés par M. E. Tulinius Thor, concessionnaire du Gouvernement pour l'exploitation du spath : et l'important ouvrage de M. Th. Thoroddsen, le grand géologue islandais, sur son pays.

Les pages suivantes, concernant l'Islande, sont un résumé de l'étude par M. Charles Rabot (*Nouvelles géographiques de Schrader*, juillet 1894, Paris), du travail de M. Tho-

roddsen parn en mars et mai 1899 dans *The geographical Journal* et intitulé *Explorations in Island during the years 1881-1898.*

L'Islande est une des terres les plus intéressantes par l'ampleur et la variété des phénomènes physiques dont elle est le théâtre; plus encore que l'Alaska, elle offre le spectacle grandiose d'une activité volcanique au milieu d'immenses glaciers.

Dans l'île ne se dressent pas moins de huit massifs éruptifs, en même temps que les champs de glace couvrent une superficie équivalente à deux grands départements français.

Dans l'histoire de l'étude de l'Islande, après les deux pionniers islandais Olafsson et Pálsonn, il faut citer l'œuvre française de la Commission du Nord, composée de Gaimard, Xavier Marmier, Eugène Robert, etc., qui explora l'Islande en 1835-1836 et fit sur elle un rapport qui est resté un des monuments de la science géographique française.

En 1839, le célèbre naturaliste danois Steenstrup découvrait des gisements de plantes miocènes, indice d'un changement de climat survenu en Islande après l'époque tertiaire, comme dans les autres régions polaires.

A la suite de l'éruption de l'Hékla de 1846, Bunsen, Descloizeaux et Waltersausen publièrent un ensemble d'observations minéralogiques et géologiques. La première carte géographique de l'île date de cette époque; elle est due à un indigène, Bjorn Gunnlaugsson. Cette œuvre ne lui demanda pas moins de douze ans.

La première carte géologique est celle du Suédois Paijkull (1867). Le Français Bréon publia à Paris, en 1864, ses «Notes pour servir à la carte géologique de l'Islande et des îles Féroë». Ces notes furent complétées par celle d'un autre Français, M. Labonne, en 1888 (Paris, Hachette).

Enfin, depuis 1889, les plus importants travaux géologiques sur l'Islande sont d'un naturaliste islandais, M. Thoroddsen, à qui appartient l'honneur d'avoir révélé les principaux traits de l'île (fig. 51).

Pendant plus de dix ans, M. Thoroddsen poursuivit méthodiquement ses recherches à la fois géographiques et géologiques; il visita l'Islande à dos de poney. La longueur du chemin qu'il a parcouru dépasse 10,000 kilomètres, au milieu de difficultés inouïes: en général pas de chemins, jamais de routes; dans les vastes déserts de l'intérieur, il faut se diriger à la boussole, et, comme souvent l'île contient des roches magnétiques, les indications de la boussole sont souvent incertaines. Enfin d'immenses espaces sont couverts de sable volcanique très mobile que soulève un vent violent.

L'intérieur de l'Islande est formé par un plateau d'une altitude moyenne de 500 à 600 mètres, doucement incliné vers le nord, le nord-ouest et le sud-est. Vers le sud, il présente des escarpements abrupts tout près de la mer; c'est là que s'élève le vaste plateau glacé du Vatnajökull, avec le plus haut sommet de l'île, l'Orœsajökull, qui domine la côte de 1,956 mètres. Vers l'ouest, le terrain reste élevé (de 1,500 à 1,700 mètres). Plus à l'ouest, ainsi qu'au nord et à l'est, ce plateau, qui constitue la surface normale de l'île, est profondément entaillé par de longues vallées et découpé

Fig. N° 51.

CARTE
GÉOLOGIQUE
DE L'
ISLANDE
PAR
TH. THORODDSEN.
ÉCHELLE
1
2.500.000
Raufarhofn
Husavik
Thoroddstathr
Spakonufell
Akreyri
Skor
Gothdalir
Holar
Mathrudrafr
Bru
Bordeyri
Stikkisholmr
Grundar
Buthir
Stapi
Akrar
GLACIER HOFS
GLACIER LANG
GLACIER VATNA
ET
GLACIER KLOFA
Kalfafellsstathr
REYKJAVIK
Keflavik
M.t HEKLA
G.a TORFA
Reykjanes
Strandar
Eyrarbakki
G.a MERKR
G.a CODALANDS
G.a MYRDALS
Langholt
Heimaey
Baselte
Liparite et granophyre
Breche palagonitique Tufs et conglomérats
Gabbro
Pliocene
Lave doléritique
Lave basaltique postglaciaire
Lave liparitique postglaciaire
Cendre volcanique
Alluvions des plateaux
Alluvions des vallées
Sables
Lignite
Plantes fossiles
Fossiles animaux
Rivages en terrasse
Limite d'affleurements
Stries
Sources chaudes
Solfatares
Sources minérales
Volcans de tufs et de lave
Dômes de lave
Volcans glaciaires
Volcans glaciaires et récents
Rangée de cônes volcaniques

par de larges fjords. Le côté sud, au contraire, a une rectitude de lignes très remarquable, due au comblement des fjords par les apports des torrents glaciaires.

Le plateau islandais est hérissé de massifs éruptifs recouverts d'immenses glaciers ou de larges coulées de laves et de nappes de sable volcanique. La terre y est ocreuse, comme rouillée.

Les lacs sont très nombreux en Islande, mais tout petits; dans les régions basaltiques, ils sont par contre très profonds (la sonde dans le Lagarfljót a donné 110 mètres de profondeur). Quelques-uns sont d'origine morainique et, à une époque récente, d'autres ont été formés par le barrage de puissants torrents. Les autres lacs sont dus à des affaissements du sol volcanique, ou sont des lacs de cratère.

Dans l'intérieur de l'île, il n'y a ni habitants (ils ne quittent pas les côtes), ni cultures, ni bois; sur la côte est, quelques arbres isolés atteignent parfois, il est vrai, 10 mètres de haut (sorbiers des oiseaux).

L'Islande est constituée uniquement par des roches éruptives récentes : les basaltes forment le substratum de l'île; ils y sont très puissants. Les principaux épanchements occupent la presqu'île du nord, où ils datent de deux époques différentes. En certains endroits, il y a, au milieu des basaltes, des couches d'argile renfermant des empreintes végétales et des troncs d'arbres silicifiés, indice d'une ancienne végétation luxuriante. Sur plusieurs falaises, M. Thoroddsen a pu remarquer une discordance de stratification entre les deux épanchements basaltiques.

Les empreintes végétales des argiles appartiennent à la flore miocène; leur facies, américain d'après M. Thoroddsen, laisse penser qu'à cette époque l'Islande était reliée à l'Amérique par une langue de terre et à l'Europe par un isthme; cette formation renferme des dépôts de lignite, dont les couches, au moment des seconds phénomènes volcaniques, ont été traversées et recouvertes par les laves.

Sur les côtes ouest et est, il y a deux puissants massifs basaltiques.

Au centre, le plateau est constitué par des brèches, par des tufs formés de tachylite avec inclusions d'anorthite, et par des laves postérieures aux basaltes.

Les brèches et les tufs couvrent un vaste territoire au sud de Langjökull; ils forment également le substratum de plusieurs massifs montagneux, notamment celui de Vatna.

Au milieu de ces diverses formations se rencontrent des masses de rhyolite, de dates diverses, reposant aussi bien sur les basaltes que sur les brèches. La rhyolite est très variée; elle forme parfois des montagnes entières, mais le plus souvent se présente en filons. Le plus important gisement rhyolitique de l'Islande est celui de Torfajökull, qui couvre une superficie de 200 kilomètres carrés. Postérieurement aux épanchements rhyolitiques, il faut citer les laves préglaciaires, très riches en dolérite; les stries qu'elles portent montrent l'antériorité de leur émission par rapport à l'époque glaciaire. Ces laves occupent une vaste superficie au centre de l'île; leur puissance est considérable et atteint par endroits 200 mètres sur plusieurs kilomètres de longueur.

M. Thoroddsen croit que l'Islande, avant la grande extension des glaciers, avait à peu près son relief et sa forme actuels.

Pendant l'ère quaternaire, l'île a été reconverte d'une épaisse calotte de glace; mais la presqu'île du nord-ouest constituait un massif glaciaire distinct et moins important.

Les formations glaciaires ont été très modifiées depuis leur dépôt.

Dans certaines régions, les moraines profondes ont été recouvertes de laves; dans d'autres, elles ont été charriées par les eaux et entraînées sous des nappes d'argile et de cendres volcaniques.

Les stries glaciaires sont assez rares en Islande, à cause de la nature essentiellement friable des roches; les basaltes eux-mêmes sont attaqués par les agents atmosphériques, et, seules, les dolérites, plus résistantes, présentent des stries importantes; elles montrent que les courants de l'époque quaternaire allaient surtout du sud au nord.

A la fin de la période glaciaire, les eaux de la mer envahirent plusieurs régions de la zone littorale.

Les dépôts marins postglaciaires couvrent la quinzième partie de l'île et leurs couches d'argile se rencontrent jusqu'à l'altitude de 150 mètres; mais leurs bancs coquilliers ne dépassent pas 15 mètres, sauf dans certaines terrasses littorales où les coquilles arrivent à 49 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les formations marines de l'Islande appartiennent à deux horizons, le premier caractérisé par la *Yoldia arctica*.

Cette première formation date de la fin de la période glaciaire; la stratification en est généralement régulière, presque partout horizontale, mais de puissance variable : au maximum 30 mètres. L'épaisseur diminue à mesure qu'on approche de la mer. La présence de la yoldia indique qu'à cette époque la mer d'Islande était plus froide qu'aujourd'hui.

La deuxième formation présente des inclusions de gros blocs; elle est d'origine littorale, tandis que l'argile à yoldia est un dépôt d'eau profonde.

La presqu'île du nord-ouest, particulièrement étudiée par M. Thoroddsen, présente des terrasses soulevées à 30 ou 40 mètres de hauteur moyenne; les plus élevées atteignent 70 mètres.

Depuis les temps historiques, les côtes d'Islande se sont un peu modifiées. Ainsi, le fond s'est exhaussé à l'extrémité supérieure du Breidbfjord et la passe entre les deux Langeyjar est beaucoup moins profonde.

Depuis cette époque, les phénomènes géologiques particulièrement intéressants de l'Islande furent les manifestations volcaniques, qui atteignirent une intensité extrême. Bien loin d'être limités à l'Hékla, comme on le croyait, les volcans islandais sont répartis en neuf groupes, dont six sur la côte méridionale. Le dépouillement des archives islandaises a fourni à M. Thoroddsen la fort curieuse chronique des éruptions de l'île depuis le IXe siècle. La première, survenue en l'an 900, au mont Katla, a été suivie de 72 autres. Les deux centres les plus actifs sont l'Hékla et le Katla. L'Hékla seul a eu 18 éruptions, toujours considérées comme les plus terribles du monde entier. Le groupe du Katla a donné naissance à des déluges de boue provenant de la fusion de la glace par les laves; il a été le siège de 12 éruptions, dont la dernière date de 1860. La plus importante

fut celle de 1721 : elle dura plus de cinq mois et entraîna en mer d'énormes glaçons; à 150 kilomètres du volcan, l'obscurité était profonde à midi. L'éruption de 1755 fut moins violente, quoique plus longue : elle dura neuf mois et demi, et couvrit une région fertile d'une couche de cendres épaisse de 0 m. 60, qui détruisit 50 fermes, et produisit une chaîne de montagnes de 40 mètres de haut et de 23 kilomètres de long.

En 1783, l'ensemble des volcans du Lakis, dont la chaîne de cratères est longue de 30 kilomètres, subit une des plus prodigieuses éruptions mentionnées par l'histoire de la terre; les déchets couvrirent 565 kilomètres carrés sur une épaisseur de 188 mètres environ et leur volume est évalué par M. Thoroddsen à plus de 12 millions de mètres cubes de laves, auxquels il joint 1,585 millions de mètres cubes de cendres et de scories, dont une partie fut transportée jusqu'en Europe, à Bergen (Norvège).

Les matières projetées par le groupe du Varmardalr sont évaluées par M. Thoroddsen à 15 milliards de mètres cubes. La cendre couvrit presque toute l'île; elle causa une famine qui détruisit près du quart de la population.

Le centre éruptif le plus actif de l'Islande est l'énorme glacier de Vatna (Vatnajökull), mais sa situation éloignée de tout centre habité explique pourquoi ses manifestations sont peu connues. Sa dernière éruption date de 1883; elle lança à plus de 30 mètres de hauteur des blocs de tufs et de basaltes de 31 mètres cubes, en même temps que des blocs de gravier cimenté par de la glace.

Pendant la période historique, la seule éruption connue de pierre ponce fut celle du Dyngjufjöll, dont la cendre fut transportée jusqu'à Stockholm et en Dalécarlie.

La dernière éruption islandaise importante fut celle du 15 août 1875, aux environs de Myvatn. Depuis cette époque, il n'y eut plus que des émissions de fumerolles. Le lac du district de Myvatn a des îlots qui ne renferment pas moins de cinquante cratères. Les zones d'activité volcanique ne sont pas limitées à la région des brèches, comme on le croyait. M. Thoroddsen a prouvé que les éruptions s'étendaient également, mais moins importantes, aux zones basaltiques du Faxafjord.

Les autres manifestations de l'extraordinaire dynamisme interne de l'île sont les geysers et les tremblements de terre. Les solfatares et les sources d'eaux chaudes sulfureuses sont très nombreuses en Islande; mais les sources alcalines, très rares; ces dernières sont dues aux basaltes tertiaires. Les sources chaudes sont au nombre de plusieurs centaines et disposées en cercle, surtout autour du Faxafjord, comme les volcans.

Les tremblements de terre, très fréquents dans l'île, affectent particulièrement la région de l'Hékla. Les plus importants datent de 1872 où des pans entiers de montagnes s'écroulèrent. Les secousses du 25 janvier 1884 étaient telles qu'on ne pouvait se tenir debout; d'après M. Thoroddsen, elles lancèrent en l'air des colonnes de sable hautes de 100 mètres; la glace qui recouvrait un lac fut accumulée en murettes sur ses rives. Ces colonnes de sable laissèrent des dépôts arénacés criblés de larges trous d'une circonférence de 120 mètres, à moitié remplis d'eau.

Enfin, M. Thoroddsen a étudié les immenses nappes de glace de l'Islande. Avant lui, ces déserts glacés n'avaient été que très rarement et très peu visités.

Les glaciers (*jökül* en islandais) sont les plus vastes de l'Europe; ils occupent dans l'île près de 13,500 kilomètres carrés, soit le cinquième de la surface totale de l'Islande, dont le climat est particulièrement favorable à leur développement. En effet, l'air y est presque toujours froid, les pluies abondantes et les hivers très longs. A Reykjavik, la capitale, la neige resta sur le sol en 1889-1890 pendant 96 jours et en 1890-1891 durant 84 jours. En plein mois de juillet, le nord du pays peut être couvert de neige; celle-ci tombe même au sud de l'île au mois de juin. Au XIXe siècle, la côte nord n'a été libre de glace en été que pendant 4 ou 5 années.

Les glaciers islandais donnent naissance à un phénomène particulier qu'on appelle les *jökullhaupt*. Durant les époques d'activité interne, la glace produit d'extraordinaires torrents d'eau, charriant tout : blocs de glace, graviers, quartiers de roches; mais ces torrents d'eau (jökullhaupt) ne sont pas tous la conséquence d'éruptions volcaniques; quelques-uns sont dus à la rupture de poches d'eau, situées à l'intérieur des glaciers, ou à la rupture des digues retenant les lacs temporaires formés sur les glaciers ou dans leurs vallées.

Le dépôt des sédiments effectué par les torrents, les chutes de cendres volcaniques, le délitement des tufs et le déplacement des sables mobiles modifient chaque jour l'aspect de certaines régions de l'île, où le sol est sans cesse remué et la côte bouleversée. Des fjords sont comblés, tandis que des bancs formés au large donnent naissance à des lagunes. Les torrents venant des glaciers changent fréquemment de lits et déposent successivement les matériaux les plus divers. Aussi le sol présente-t-il souvent des stratifications alternantes d'argile, de gravier et de tourbe.

L'énorme masse de sédiments entraînés par les torrents se dépose plus ou moins, suivant les variations de la force du courant, et forme ainsi des barrages éphémères, qui arrêtent les eaux, jusqu'au moment où la pression culbute les digues; ces barrages détournent quelque temps les cours des ruisseaux, qui se réunissent parfois les uns aux autres en renversant des monticules de graviers. Rien n'est donc plus variable que le cours d'un torrent islandais. D'un jour à l'autre, un ruisseau peut devenir un fleuve dangereux, qui peut se transformer lui-même en un lac immense, lequel, non moins rapidement, trouvant un débouché, s'écoule en creusant un lit profond.

Après le passage d'un jökullhaupt, les matériaux qu'il a déposés se dessèchent rapidement et leurs particules les plus ténues sont entraînées par les vents dans les régions épargnées par les inondations des torrents glaciaires. Sur le versant nord-ouest du Vatnajökull, les formations arénacées couvrent ainsi une surface de 1,930 kilomètres carrés.

M. Thoroddsen, au cours de ses nombreux voyages, a recueilli aussi quelques renseignements sur les variations de longueur des glaciers. L'œuvre de ce savant méritait d'être placée à côté de celle des Nordenskjold, des Nansen, des Holm, des Jensen, car il est de ceux qui ont le plus travaillé pour la science dans les solitudes glacées arctiques.

ÉQUATEUR.

C'est au premier étage de son pavillon, assez dissimulés d'ailleurs, que se trouvaient les bocaux contenant les petits échantillons de minerais envoyés de la République de l'Équateur.

Voici les principaux exposants récompensés :

1° Astudillo (Benigno), à Cuença : obsidienne.

2° Club Sucre, à Santa Elena : pierres à filtrer ou à aiguiser; soufre, houille, ocre, kaolin. Ce club est un syndicat formé d'artisans qui cherchent à mettre le pays en valeur.

3° Estrada (Émilio) : échantillons de marbre des carrières importantes des environs de Guyaquil.

4° Garcia (Aviles Francisco) : ocres variées et minéraux divers de la collection de l'École des Arts et Métiers de Guayaquil, dont il est directeur.

5° Gouvernement de Latacunga : pierres ponces provenant des exploitations de cette province.

6° Lieutenance politique de Santiago : alun.

7° A. Loyola : onyx et marbres (très estimés dans le pays et même dans l'Amérique du Sud).

8° Municipalité de San Miguel : alun et *soroche* (espèce de kaolin).

9° Noboa (Fidel) : agates de Guaranda.

10° Noriega (Felipe) : chalcopyrites et cuivres gris de Riobamba.

11° Sous-comités d'organisation pour l'Exposition de 1900 : de Guaranda (quartz aurifères, sel); de Latacunga (pierres ponces); de Loja (soroche).

12° Tapia (Angel) : soroche et onyx (de Patate).

Le Commissariat n'a pu nous communiquer, sur l'industrie minière de la République, aucun autre document qu'une très brève notice presque uniquement historique et commerciale, mentionnant seulement la nature des productions minérales de chaque gouvernement (ou province) et sans aucun chiffre d'extraction.

La richesse du sous-sol de l'Équateur commence cependant à être connue : le platine, l'or, l'argent, le cuivre et le fer sont les principaux métaux des gisements. Les Cordillères renferment des granits, des porphyres et des marbres aux nuances variées; le pétrole et la houille ont été signalés dans plusieurs provinces. Mais seuls les filons aurifères sont exploités. L'industrie minière est en effet fort négligée, le capital national suffisant à peine au commerce et à l'agriculture.

Les sociétés qui étudient ou exploitent les gisements aurifères sont indiquées ci-dessous : leurs mines sont presque toutes dans la province d'El Oro, dont le nom est significatif :

1° The Great Zaruma Gold Mining C° L^d^, qui possède 7 mines;

2° Second Groupe (7 mines);

3° La Merced (7 mines dans la montagne de Pacayourco, où se trouve le gisement «Téléphone», célèbre dans l'Amérique du Sud);

4° La Viscaya, fondée en 1884;

5° La Compania Exploradora (18 mines importantes, dit-on);

6° La Compagnie minière, fondée en 1893;

7° La Playa de Oro Mining C° de New-York et la Cachabi Mining C°, qui ont toutes les deux leurs concessions dans le district d'Esmeraldas. Cette province a de nombreuses rivières dont les eaux roulent des paillettes d'or; son placer principal est celui de Cachabi, dont l'or titrerait de 22 à 23 carats.

La plus importante de ces sociétés est la première (Great Zaruma) qui exploite la Mina Grande; elle possède un laboratoire, un personnel d'ingénieurs et un outillage assez moderne. Ses bureaux sont installés sur la plage de Portovelo, à 2 kilomètres de la ville de Zaruma. La société exporte de l'or chaque année.

Régime administratif de l'Équateur. — On peut avoir jusqu'à vingt concessions; à partir de la date de l'enregistrement de sa demande de concession, le prospecteur a un délai de 90 jours pour mettre à nu le chapeau du filon qu'il a découvert. Après quoi, si nulle opposition n'est formulée, il est dressé un titre de propriété définitive par un notaire, devant témoins.

ESPAGNE.

L'exposition espagnole se trouvait au premier étage du Pavillon des mines, sauf pour deux Sociétés qui exposaient au rez-de-chaussée, à l'extérieur et aux Invalides.

A part quelques expositions intéressantes de grandes sociétés comme celles de Somorrostro, Mieres, la Cruzeti, la section espagnole était surtout composée d'échantillons de minerais de toutes sortes (en particulier de charbon, de fer, de cuivre et de manganèse), envoyés par des particuliers ou des provinces. On sent évidemment là un effort fait par les Espagnols pour faire connaître les ressources minérales réellement remarquables de leur pays et encore peu exploitées.

Cercle minier de Bilbao. — Le Cercle minier de Bilbao avait organisé une exposition collective des exploitations des mines de fer des environs de Bilbao. Cette exposition, au rez-de-chaussée du Pavillon des mines, du côté des jardins, comprenait une série de photographies relatives aux mines et établissements métallurgiques et miniers de la région. Une grande carte de la zone minière par D. Ernesto Ercoreca occupait le centre. On remarquait, en outre, quatre gros blocs de minerai formant pylône et provenant des mines de Somorrostro.

Les mines de la Société franco-belge de Somorrostro exposaient en plus un bloc de 4,500 kilogrammes de minerai rubio présentant une importante géode dans le stand des hauts fourneaux, forges et aciéries de Denain et Anzin.

La Société franco-belge avait aussi une exposition particulière à la section espagnole

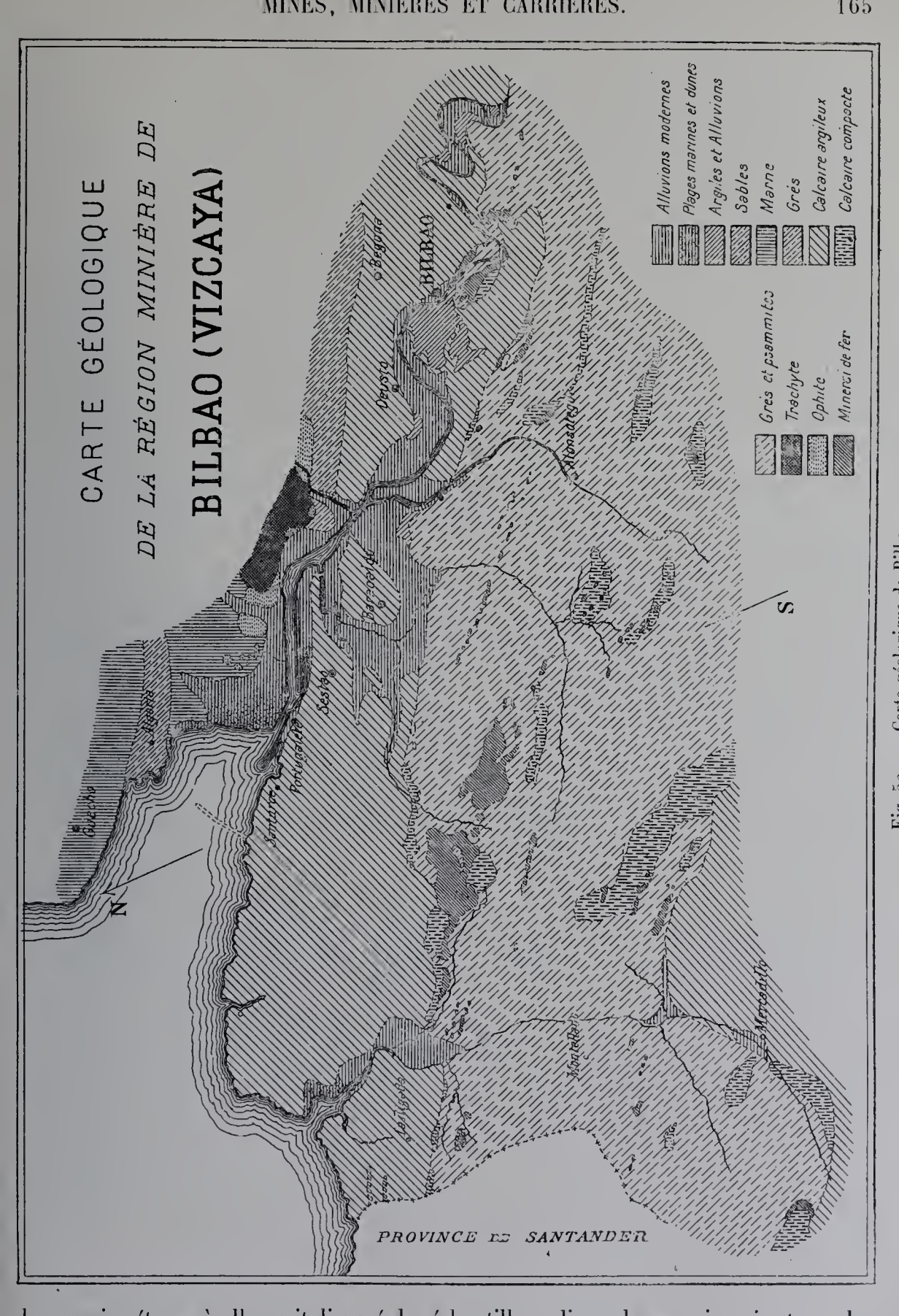


Fig. 52. — Carte géologique de Bilbao, d'après la carte dressée en 1891 par D. Ramon Adan de Yarza, ingénieur des mines d'Espagne.

du premier étage où elle avait disposé des échantillons divers de ses minerais et un plan en relief très intéressant de ses mines.

Nous devons à son ingénieur en chef M. R. Benoist des notes géologiques qui carac-

IMPRIMERIE NATIONALE.

térisent nettement cette région minière de Bilbao et en particulier sur la partie exploitée par la Société franco-belge.

Dans cette région (fig. 52), la partie minéralisée forme une série de gradins limités par des failles dirigées N. 30 à 35° O., le minerai disparaissant au delà des failles extrêmes. Le minerai se présente sous quatre formes différentes.

Le *fer carbonaté* se trouve en stratification concordante avec les calcaires marneux et les grès du mur, les affleurements en ont été décomposés par dissolution, puis l'oxyde a été précipité à nouveau sous forme de *rubio* d'un aspect plus ou moins rubané avec feuillets d'argile ou de silicates intercalés. Au centre de ces feuillets contournés se trouve souvent une géode tapissée d'hématite brune concrétionnée ou stalactiforme; dans d'autres cas le centre est occupé par un noyau arrondi de fer carbonaté qui a résisté à la décomposition. Cette transformation du carbonate en oxyde s'est effectuée sans aucun doute à partir de la surface, et a dû se produire à l'époque tertiaire, car on a trouvé des moulages de quelques fossiles parmi lesquels les nummulites, le *cerethium giganteum*, etc.

Ce carbonate non décomposé constitue encore un gisement important qui peut atteindre jusqu'à 60 mètres d'épaisseur.

La roche que nous appelons *carbonate* est formée d'une masse de marnes calcaires dans laquelle se trouvent en abondance des cristaux de sidérose. Elle est en outre traversée par de nombreuses veines de sidérose pure et de spath calcaire qui ont rempli les vides du terrain après sa consolidation.

Cette formation carbonatée est remarquable en ce qu'elle vient buter contre la dernière faille au nord-est, où elle atteint jusqu'à l'épaisseur indiquée de 60 mètres, et que, au delà, on ne retrouve plus aucune trace de minerai. Cette faille pourrait donc être considérée comme ayant servi au passage des eaux ferrugineuses qui auraient rempli le vide créé par l'affaissement de la stratification.

En un autre point de la région, une autre faille parallèle à la première, mais située un peu plus au sud-ouest, traverse toute la zone, et on trouve, à son toit, un banc stratifié au milieu des calcaires, et formé de minerai *hématite* dit *campanil;* son épaisseur, contre la faille, a atteint 42 mètres et va en diminuant vers le sud-ouest. Ce banc forme une roche compacte, traversée par des veines de spath calcaire et dont les géodes offrent quelquefois des cristaux décomposés de fer carbonaté. Le minerai est à gangue calcaire et se transforme peu à peu, en certains endroits, en calcaire. Il semble donc que l'on se trouve en présence d'un banc stratifié où le fer s'est substitué à la chaux par des venues d'eaux minérales fournies par la faille et où le carbonate a ensuite été décomposé par voie sèche.

Au-dessus du banc de calcaire qui constitue le toit de la couche précédente, on trouve une autre classe de minerai dite *vena*. Celle-ci, en se déposant sur le calcaire, l'a dissous en partie, laissant à nu des pointements irréguliers. En certains endroits, le calcaire n'existant plus, la *vena* s'est trouvée au contact du *campanil* et a pénétré dans ce dernier plus ou moins profondément. La *vena* provient certainement de la décomposition par voie sèche d'un carbonate de fer d'une composition analogue à celui qui a déjà été cité, car on trouve partout de nombreux cristaux de sidérose décomposée, mais ce

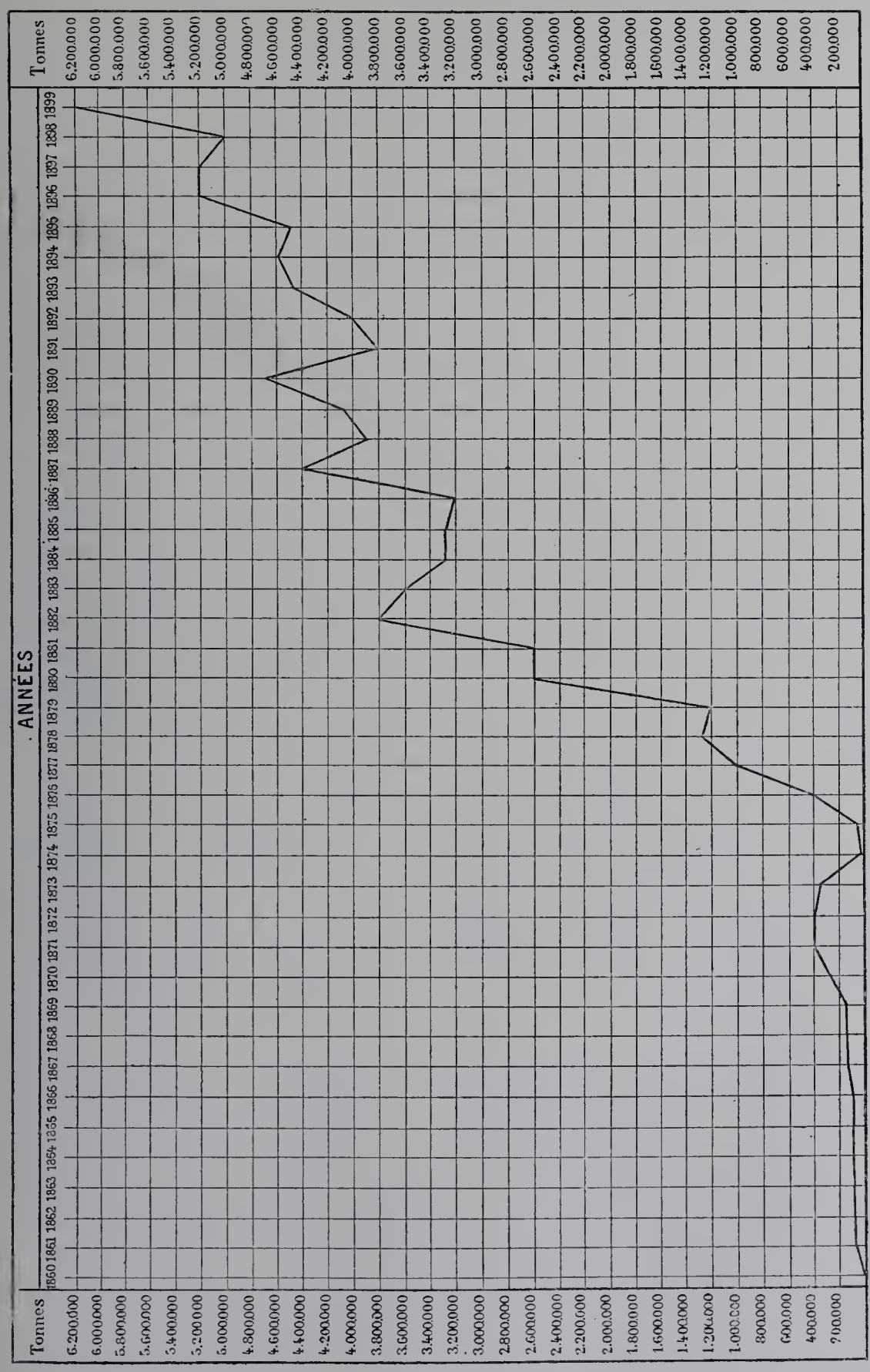


Fig. 53. — Diagramme représentant la production de minerai de fer de la région de Bilbao, depuis 1860 jusqu'à 1899.

minerai a dû se former d'une façon moins régulière que celui qui a donné lieu au rubio; on observe, en effet, son mélange avec de l'argile jaune, en proportion très variable, formant ainsi quelquefois des veines ou des poches absolument stériles à côté de minerai très pur. La *vena,* quoique d'une teneur en fer supérieure au campanil, est toujours à gangue argileuse et très friable.

En dehors de cette région très limitée, mais qui, il y a trente ans, était la seule exploitée et connue sous le nom de Somorrostro, il existe de nombreux gisements ayant l'orientation générale des failles déjà citées, et qui s'étendent jusque dans la province de Santander. On y trouve le fer carbonaté gris et le campanil en bancs stratifiés, le fer carbonaté gris ou blanc et le rubio en filons ou en dépôts irréguliers, ainsi que la vena qui se présente aussi en bancs et en dépôts. Ces divers minerais sont mélangés sans ordre et il n'y a aucun doute que toute cette région de la Vizcaye a été soumise, à diverses époques géologiques, comprises entre le crétacé inférieur et le miocène, à des venues d'eaux minérales et que certains minerais ont été plusieurs fois remaniés.

Les mines de Somorrostro en 1880 exportaient 109,000 tonnes, en 1889 elles ont exporté 494,000 tonnes et ont atteint 819,000 en 1899. Dès 1881 cette Société a essayé la calcination des minerais carbonatés, et a mis ainsi en relief l'utilisation qu'on pouvait faire de ces minerais jusqu'alors négligés et gaspillés. Les minerais provenant des différentes mines du plateau sont amenés à la gare centrale du Cadegal par des plans inclinés et par un traînage à chaîne flottante de 3 kilomètres. La gare du Cadegal sert de dépôt des minerais et possède en plus la majeure partie des installations de grillage du minerai carbonaté (8 grands fours à cuve). Du Cadegal un chemin de fer de 6,850 mètres conduit le minerai à la rivière de Bilbao où il est embarqué.

Il est intéressant de noter le développement considérable de la région minière de Bilbao dont les minerais approvisionnent les plus grands établissements métallurgiques d'Europe. Nous donnons ci-inclus un graphique (fig. 53) résumant les extractions depuis l'origine jusqu'à 1899.

Comme exportation nous pouvons donner la comparaison entre celles de 1889 et celles de 1899 :

	1889. — tonnes.	1899. — tonnes.
Angleterre	2,770,000	3,966,000
Hollande	640,000	861,000
France	378,000	282,000
Belgique	93,000	205,000
Allemagne	//	32,000
Amérique	3,000	59,000
Autres (Norvège, etc.)	//	5,000
Totaux	3,884,000	5,410,000

On voit que près des trois quarts sont exportés en Angleterre.

Société Fabrica de Miérès, à Miérès (Oviedo). — La Société de Miérès possède dans la vallée de Mierès (province d'Oviedo) des mines et des usines importantes. Elle

comprend : les usines et hauts fourneaux de Mierès, ceux de Quiros, des mines de charbon et de fer, des mines de calamine et de plomb, des fabriques et des chemins de fer de service intérieur d'une longueur totale de 122 kilomètres.

Cette société avait exposé dans la section des mines des échantillons de minerais de fer, de houilles et coke et de minerais de zinc et plomb.

Sans parler des établissements de traitement métallurgique, nous allons dire un mot des mines de cette importante société qui date de 1879.

Mines de charbon. — Les mines de charbon comprennent 8,170 hectares situés dans la zone houillère riche d'Oviedo et dans les petits bassins de Quiros et de Santo Firmé qui en dérivent. Ces mines ne sont pas encore en totalité exploitées en raison de la difficulté des communications.

En 1899, elles ont produit 285,000 tonnes de charbon; la mine de Mariana, la plus importante, y figure pour 110,000 tonnes.

Les mines Baltassara, Mariana, Corujas appartiennent au centre du bassin asturien; on y a reconnu plus de quarante couches, dont la plus élevée est à 800 mètres au-dessus du niveau des vallées. La puissance des couches varie entre 0 m. 45 et 1 m. 10. Au point de vue géologique le terrain correspond au sous-étage inférieur du terrain houiller moyen. Les bancs qui le forment sont les grès gris, les schistes, les conglomérats siliceux et la houille. Ces couches sont très mouvementées et quelquefois atteignent et dépassent la verticale.

La mine Nicolassa, sur la limite de ce bassin asturien, diffère peu des précédentes. L'allure des couches est cependant plus régulière. On a reconnu quatorze couches variant de 0 m. 40 à 1 m. 20 correspondant au Millstone-Gris, sous-étage supérieur du houiller inférieur.

A Langreo et Siero, dans la zone riche des Asturies, le terrain appartient au sous-étage supérieur du houiller moyen. Il y a vingt couches variant de 0 m. 40 à 1 m. 10.

Les mines de Santo Firmé et de Quiros appartiennent à une région différente. Les premières s'étendent sur 6 kilomètres carrés, reposent à l'ouest sur le dévonien, sont couvertes au nord et à l'est par le Keuper, et au sud par le terrain crétacé. La stratification s'incline à l'est. On y connaît dix couches de charbon dont deux sont exploitables.

A Quiros, les mines sont situées dans le terrain houiller moyen et inférieur. Les dérangements y sont très nombreux et l'exploitation est très coûteuse.

Comme qualité de charbon, les divers groupes produisent :

A Siero, le charbon maigre à longue flamme;

A Langreo, le charbon demi-gras à flamme;

A Baltasara, Mariana et Corujas, les charbons à gaz et charbons gras proprement dit;

A Nicolasa, le charbon demi-gras flambant;

A Santo Firmé, le charbon sec à flamme;

A Quiros, le charbon à coke, demi-gras à flamme courte.

Mines de fer. — Les mines de fer de la Société, dans la province d'Oviedo, occupent 2,017 hectares. Ce sont les mines de Quiros, de Naranco et Villaperi. Les bancs correspondent à la formation dévonienne qui traverse la province du nord au sud.

A Naranco et Villaperi, les couches ont 1 mètre de puissance et sont exploitées par gradins renversés. Le minerai est à faible teneur et très siliceux.

A Quiros, la teneur en fer est bien supérieure, le minerai contient jusqu'à 72 p. 100 de peroxyde de fer; il possède en moyenne 20 p. 100 de silice. On y trouve six couches de 0 m. 60 à 2 mètres d'épaisseur.

Mines de calamine et de plomb. — Ces mines sont situées à Marcadal, dans la province de Santander. La Société y a installé un atelier de lavage et de concentration et des fours de grillage.

La Société exploite aussi, à Muñon Cemero, près de la Pola de Léna, une usine d'orpin et de mercure (La Soterraña) qui utilise des minerais de cinabre qu'elle extrait de calcaires appartenant à la base du houiller de la Pola de Lena. Ce cinabre est malheureusement mélangé avec du réalgar, quelquefois ce dernier en quantités considérables.

La Société emploie 356 ouvriers dans les mines de fer et 2,578 dans les houillères. Elle possède des maisons ouvrières et une caisse de secours très bien organisée avec caisse d'épargne et société coopérative de consommation.

Société minière el Porvenir, à Miérès (province d'Oviedo). — Cette société exploite des mines de cinabre. Elle exposait de beaux échantillons dont quelques-uns d'une teneur de mercure allant à 15 et 60 p. 100. Elle avait dressé aussi des coupes, plans et dessins des mines et établissements qui lui appartiennent. Nous regrettons de ne pas avoir de renseignements plus complets au sujet de cette société intéressante.

M. Henri de Neufville, à Linarès (province de Jaen), gérant de la Compagnie La Cruz. — Cette compagnie, au capital de 2 millions de francs, exposait des échantillons de minerais de plomb argentifère de ses mines, ainsi que des produits métalliques raffinés, plomb et argent. Elle exposait aussi un petit lingot d'or provenant des alluvions aurifères de la province de Léon. Les mines de plomb argentifère s'étendent sur 1,200 hectares. La Société occupe 700 ouvriers dans ses mines.

La production annuelle est de 20,000 tonnes de plomb et 10,500 kilogrammes d'argent fin. La Compagnie produit aussi de la céruse, de l'alquifoux et de la litharge.

Société des mines de cuivre Tinto y Santa Rosa, à Calañas (Huelva). — Cette société importante exposait des minerais de pyrite de fer et de cuivre. Dans ses mines, très anciennes, elle a retrouvé des vestiges de l'exploitation romaine et elle exposait des outils, des vases, des morceaux de charpente datant de cette époque.

Les échantillons exposés comprenaient en particulier du minerai pauvre et de la pyrite « amarillo » de Tinto.

Une coupe des mines, une carte géologique, des dessins relatifs à un câble transporteur aérien de 7 kilomètres et à un pont suspendu étaient joints à cette exposition.

Nous regrettons de n'avoir pu recevoir des renseignements intéressants sur les mines et les installations.

Commission provinciale de l'Exposition, à Cacérès. — La Commission provinciale de Cacérès exposait un certain nombre d'échantillons de minerais et de pierres qui montrent les ressources de cette province. Nous y avons remarqué des phosphorites à 80 p. 100 de phosphate tribasique de chaux, des échantillons de blende à 45 p. 100 de sulfures d'antimoine, de plomb et d'argent, de la galène argentifère, du mispickel, de la sidérose à 46 p. 100 de fer métallique (mine San Agustin) et enfin du wolfram à 65 p. 100 d'acide tungstique des mines Beatrix, Justa, Rufina et Pedrera.

Compagnie franco-espagnole des mines de soufre, à Lorca (province de Murcie). — Les mines et l'usine de raffinage de la Société se trouvent à 6 kilomètres de la ville de Lorca. Les mines, qui s'étendent sur plus de 500 hectares, présentent deux couches reconnues d'une épaisseur moyenne de 0 m. 50, dans l'étage moyen du miocène. La teneur varie entre 25 à 35 p. 100 et le minerai donne 14 à 15 p. 100 dans le calcarone.

Les mines et usines occupent environ 350 ouvriers. On extrait annuellement 21,000 tonnes de minerai qui produisent 3,000 tonnes de soufre environ, sous forme de soufre raffiné, en canons, moulu et sublimé.

La société exposait divers échantillons de ces produits.

M. Tejero e Hidalgo (Juan), à Huelva. — Exposait des échantillons de manganèse, carbonate et ferro-manganèse.

M. Tortosa Garzon (Manuel), à Jaen. — Avait exposé des minerais de fer magnétique et des hématites.

Les hématites se rencontrent entre deux couches de calcaires en filons presque verticaux. Le fer magnétique est exploité à ciel ouvert en couche assez puissante. M. Tortosa Garzon indique sa production comme supérieure à 50,000 tonnes par an. Les minerais seraient purs et d'une teneur moyenne de 60 p. 100.

M. Vaspuez Lopez (M.), à Huelva. — Exposait des minerais carbonatés de manganèse. Les gisements se trouvent dans le silurien du centre de la province. Le minerai se trouve dans le quartz rouge formant les épontes des filons ou la gangue; quelquefois le quartz est intimement mélangé au minerai. Les dykes quartzeux affleurent. La puissance varie entre 4 et 20 mètres en général. Les minerais sont la pyrolusite et le carbonate, quelquefois le silicate. La teneur varie entre 35 et 47 p. 100 de manganèse.

M. Sanz Lauga (Ruperto), à Léon. — Exposait des minerais de cuivre extraits de la mine Profunda. On y rencontre du cobalt. La teneur de cuivre moyenne est de 33 p. 100; celle de cobalt, entre 4 et 26 p. 100.

M. de Palacio (Alberto), à Madrid. — Exposait un modèle de tramway aérien pour mines.

M. Garcia Vallejo (Dativo), à Valladolid. — Exposait des briquettes de houille et des échantillons intéressants de fossiles végétaux du terrain houiller.

ÉTATS-UNIS.

Un faible espace était réservé aux États-Unis, si l'on tient compte des ressources minérales considérables de ce pays, et la section américaine a dû se borner à une exposition collective, contenant des échantillons des minéraux de toutes sortes provenant du sol des États-Unis et dont les plus beaux provenaient de la collaboration des grands établissements, universités, mines, etc. A côté de cette exposition collective, quelques-unes des plus grandes sociétés de mines, de pétrole, de constructions minières avaient réussi à organiser des stands particuliers soit au Champ de Mars, soit surtout à Vincennes.

Toute cette exposition américaine a été du plus haut intérêt. Les États-Unis s'étant abstenus en 1889, elle a été pour beaucoup de visiteurs une révélation. Tout le monde a pu constater la richesse du sol américain et le parti qu'ont su en tirer ses habitants, en même temps que l'ingéniosité et le sens pratique se caractérisaient dans les moyens mécaniques employés, machines, perforatrices, pompes, etc.

Il eût été intéressant de voir plus en détail et plus à fond, par des expositions plus libres et plus développées, les exploitations minières, avec leurs méthodes et leurs appareils qui, dans un pays si jeune encore, ont réussi en peu d'années à faire de lui un des premiers États producteurs du monde. Il est incontestable, en effet, que, pour le charbon, le fer, le pétrole, le cuivre et l'or, les États-Unis ont eu un développement réellement remarquable. En 1889, les houillères américaines produisaient 125 millions de tonnes; en 1899, elles ont atteint 229 millions; les mines de fer ont passé de 14,400,000 t. à 25,600,000 tonnes; pour le cuivre, la production a augmenté de 107,000 tonnes à 263,000 tonnes; pour le pétrole, le tonnage a varié de 4,900,000 tonnes à 7,950,000 tonnes; l'or enfin représente aujourd'hui, annuellement, une extraction de 70 millions de dollars, soit 350 millions de francs, contre 33 millions de dollars en 1889, soit 165 millions de francs.

Ces chiffres caractérisent bien le développement minier de ce pays.

Il est toutefois à regretter que le manque de place ait empêché le plus grand nombre des exposants américains de paraître autrement que par quelques échantillons. Le nombre considérable d'envois montre quel intérêt a été soulevé en Amérique par l'Exposition. Nous relevons 1,223 exposants. Aussi le Jury s'est vu dans l'obligation de ne récompenser dans ces envois que quelques-uns des services officiels les plus intéressants, exception faite toutefois des expositions particulières très remarquables du pétrole, des mines de fer et de cuivre et des sociétés de construction.

Il est difficile de rendre compte de cette exposition si considérable et si condensée. Nous nous proposons, pour mieux donner une idée de l'organisation générale, d'exami-

ner toutes les expositions collectives en citant les expositions particulières intéressantes au fur et à mesure qu'elles se présenteront. C'est, croyons-nous, le meilleur moyen d'exposer clairement ce qui a été vu, en 1900, dans cette section.

L'organisation générale de l'exposition avait été confiée à M. A. Skiff, du département des mines, assisté de MM. Winchell et Heikes.

Geological Survey des États-Unis, à Washington. — Le service géologique des États-Unis avait coopéré à l'Exposition par une collection d'échantillons de roches diverses, par un plan en relief de Yellowstone Park et, enfin, par un grand nombre des publications qui sortent annuellement de ses bureaux.

Ce service, dirigé par M. Charles D. Walcott, comprend quatre sections : géologie, topographie, publications, administration. C'est dans la première que se trouve le service des mines, intitulé : Service des « Ressources minérales ».

Depuis 1898, on étudie la création d'une division concernant les mines et leur exploitation.

Le Service géologique s'occupe de dresser la carte géologique détaillée des États-Unis. Ces cartes sont établies sur les feuilles du département de topographie. Les échelles sont très variables suivant les régions représentées. Une carte générale a été établie récemment.

Le Service géologique publie chaque année un rapport très substantiel, où sont relatés les travaux faits par chaque section pendant cette période. Ces rapports étaient exposés en collection complète.

Il faut citer particulièrement ici la partie consacrée aux Ressources minérales, qui expose très en détail l'état de l'extraction des mines et carrières américaines, en même temps qu'elle donne des statistiques intéressantes relatives aux pays étrangers. La section des mines est sous la direction de M. David T. Day, qui a rédigé le rapport de 1898 qui nous a été remis.

Ce service collationne tous les ans les travaux qui sont envoyés des différents états et territoires.

Chaque état a, en effet, un Service géologique spécial organisé par lui et qui exécute ses propres travaux indépendamment de ceux du Service des États-Unis. Un certain nombre de ces services particuliers avaient envoyé des publications. Nous citerons :

Les services géologiques de New-Jersey, du Michigan, du Kentucky, du Kansas et de l'Indiana.

Département des mines. — Le département des mines (M. F. J. V. Skiff, directeur) avait organisé l'exposition très intéressante des minerais et minéraux économiques des États-Unis.

Musée américain d'histoire naturelle, de New-York. — Ce musée, fondé en 1879, exposait une collection remarquable de pierres précieuses, établie par M. Georges F.

Kunz, de la maison de joaillerie Tiffany and C°, de New-York, et présentée par cette maison.

Cette collection renfermait des pierres rassemblées antérieurement en même temps que d'autres toutes nouvelles réunies pour l'Exposition. On remarquait entre autres des échantillons splendides de :

Tourmaline (Maine);

Saphirs (Montana);

Microline;

Améthyste (Maine);

Turquoise (Los Cerillos, New-Mexico);

Beryl (Maine);

Marcassite (Mason Creek);

Diamant poli, extrait d'une météorite de fer, trouvé à Cañon Diablo (Arizona);

Diamant — 15 12/32 carats — trouvé, en 1876, dans le gravier et l'argile de Kettle Moraine, et couvert d'oxyde de fer (Wisconsin);

Apophyllites (Erie Tunnel, New-Jersey).

Institut américain des ingénieurs des mines. — Cet institut date de 1873. C'est une association d'ingénieurs qui a pour but de développer les progrès de l'art de l'ingénieur par des réunions et des discussions, en même temps que par la publication d'études et de notices.

Les étrangers peuvent y être admis. Cet institut avait exposé une collection assez nombreuse de ses publications dont il nous a fait parvenir un certain nombre.

Il a eu une heureuse influence et a contribué pour une part importante aux progrès réalisés dans l'art des mines en Amérique.

Des rapports géologiques intéressants étaient exposés par le *New-York State Museum* à Albany (New-York).

Avant de passer aux collections et échantillons, nous devons signaler l'exposition de la collection des annuaires du *The mineral Industry*, de New-York, faite par la *Scientific Publishing C°*. Cette société édite, depuis huit ans, cet annuaire précieux où sont rassemblés chaque année, sous forme condensée, tous les perfectionnements dans l'exploitation des mines et dans la métallurgie. Il contient aussi des statistiques de production minérale, pour les principaux pays du monde. Cette publication est faite par les soins de M. Richard P. Rothwell, avec la collaboration de nombreux ingénieurs. Parmi les éditions intéressantes qui sortent des bureaux de cette maison, nous devons citer le journal bien connu, *The Ingineering and Mining Journal*, dont plusieurs exemplaires étaient exposés.

COLLECTIONS DIVERSES.

Un assez grand nombre de collections très belles avaient été envoyées par différents établissements d'instruction. Ces collections très curieuses avaient ceci de particulier

que leur assemblage présentait une exposition fort complète et méthodique de tous les minéraux faisant partie des six premiers groupes de la classification de Dana. Les exposants étaient les suivants :

The Michigan School of mines, à Houghton (Michigan). — L'École des mines du Michigan exposait le groupe I, collection des éléments naturels trouvés aux États-Unis, réunie par M. H. T. Mercer. Nous signalerons entre autres des cristaux d'or natif en dendrites remarquables.

The Colorado College, à Colorado Springs (Colorado), qui exposait le groupe II, groupe des sulfates, selenides, tellurides, arsenides et antimonides collectionnés par M. R. M. Bagg.

Cette collection a été réunie au moyen de souscriptions privées de l'État du Colorado et des propres ressources du Colorado College. Cet établissement, qui date de 1874, possède un département important consacré à la géologie, la minéralogie et la paléontologie.

Ses collections comprennent environ 30,000 échantillons. Son organisation est très analogue aux universités de Harvard et de Yale.

The Cornell University, à Ithaca (New-York). — Cette université exposait les groupes III et IV, collectionnés par A. C. Gill.

The Princeton University, à Princeton (New-York), exposait le groupe V, oxydes, collectionné par M. E. R. Hewitt.

The Massachusetts Institute of technology, à Boston (Massachusetts). — Cet institut exposait une partie du groupe VI de la classification de Dana (classes 1 et 4).

En plus, il exposait, sur la demande de la Commission américaine de l'Exposition, une collection très intéressante des pierres de construction des États-Unis. Cette collection a été réunie par M. H. Fuller, professeur du département de géologie de cet établissement.

Les échantillons ont été demandés aux exploitants qui les ont envoyés en grand nombre, des points les plus éloignés; ces échantillons ont été transportés sur les différents chemins de fer aux frais du Gouvernement. Cette collection est destinée à figurer dans le département de géologie de cet établissement.

The University of Chicago. — Cette université bien connue exposait l'autre partie du groupe VI, les classes 2, 3, 5, 6 et 7.

Cette collection avait été réunie par M. J. P. Iddings, professeur de pétrologie à cette université. Elle a été menée à bonne fin grâce aux ressources spéciales mises à la disposition de l'université par M. T. K. G. Billings, de Chicago. Les minéraux spécialement représentés étaient les silicates et titanates, les niobates et tantalates, les borates et uranates, les sulfates, chromates et tellurates, les tungstates et molybdates.

Cette collection est destinée au muséum de l'université.

The Field Columbian Museum, de Chicago. — Ce musée exposait une collection de cristaux très intéressante provenant en partie de ses vitrines et en partie d'achats faits en

vue de l'Exposition avec des ressources mises à la disposition du musée par M. W. I. Chalmers, de Chicago.

Les cristaux sont classés en six systèmes de cristallisation et les sous-classes sont conformes aux 32 groupes du système de Groth. Cette collection est destinée au musée.

The Foote Mineral Company, à Philadelphie (Pensylvanie). — Cette compagnie exposait une collection assez complète de beaux échantillons minéraux provenant des États-Unis. Cette maison a pour spécialité de recueillir des échantillons de minéraux du monde entier que lui envoient des voyageurs. Elle fournit la plupart des muséums des universités même étrangères. C'est une maison connue. Ses échantillons sont toujours classés d'après la classification de Dana, qu'elle a adoptée.

Dans les échantillons exposés on remarquait en particulier de beaux spécimens d'amazonite (Colorado), de calcite (Missouri), de tourmaline, de lawsonite, etc., enfin, un beau morceau pesant 100 kilogrammes provenant d'une météorite trouvée à Cañon Diablo (Arizona). Cette météorite est diamantifère, elle contient 90 p. 100 de fer avec du nickel (7 p. 100) et du cobalt. On a, dit-on, recueilli à cet endroit plus de 5,000 kilogrammes de morceaux de météorite.

Avant de passer en revue rapidement les nombreux échantillons de l'exposition collective américaine parmi les minerais économiques, nous citerons ici trois exposants qui ont réuni des collections complètes dont nous trouverons plus loin occasion de parler. Ce sont :

The California Commission to Paris Exposition, à San Francisco (Californie). — L'exposition collective faite par ses soins réunissait l'ensemble des ressources minérales si remarquables de la Californie. Cette Commission avait rassemblé les envois de 142 participants qui avaient répondu à ses demandes. Cette exposition de la Commission de Californie était très intéressante en particulier pour les minerais et échantillons provenant des mines d'or.

Elle comprenait en plus une collection de photographies d'exploitation minière; un modèle très intéressant d'usine de traitement des minerais d'or en activité, enfin des modèles de sluices et de portes d'aérage en bois.

The California State Mining Bureau, de San Francisco, avait exposé des cartes très intéressantes de Californie concernant diverses productions du sol, le climat et en particulier les eaux minérales et les gisements minéraux de cet État. Ce bureau publie, chaque année, un annuaire de grand intérêt, dont toute une collection était exposée. Cet annuaire renferme tous les documents nouveaux concernant l'exploitation minière californienne; il donne en particulier des renseignements précieux sur les placers et mines d'or (M. Crawford, State mineralogist).

The North Carolina Paris Commission, à Raleigh (North Carolina). — Cette Commission, sous les auspices du Ministère de l'agriculture de cet État, avait organisé une exposition collective composée des envois de 140 exposants, et comprenant les minerais divers exploités dans cet État.

M. Kirchhoff C., à New-York, avait réuni une exposition complète des minerais de fer des États-Unis. Nous verrons plus loin les statistiques très intéressantes établies par lui, sur la production des diverses grandes mines de fer des États-Unis.

M. F. E. Saward, New-York. — M. Saward, directeur du *Coal Trade Journal,* avait pu rassembler en une exposition fort intéressante des échantillons provenant d'une centaine de mines. Chaque spécimen était accompagné d'une analyse. De plus, des tableaux statistiques donnaient les productions comparées des États-Unis et des grands pays producteurs.

Cette exposition ne comprenait que les charbons dits *bituminous coal,* dont la teneur en matières volatiles varie entre 46.47 p. 100 (Orested Butte, Colorado) et 12.31 p. 100 (Dewis Randolph, West Virginia). L'échantillon de cette dernière mine était accompagné d'un bloc de 3 mètres de haut sur une base de 40 centimètres de côté.

Un autre gros bloc, venant de West Moreland (Pensylvanie), mesurait 1 m. 65 de hauteur sur une base de 50 centimètres de côté.

Parmi les collections nous citerons celle de **M. Binns (C. F.)**, à Trenton (New-Jersey), quoiqu'elle ait trait à des productions de carrière. Cette collection réunissait des échantillons divers d'argiles employées par l'industrie et, en particulier, pour la céramique, et provenant de diverses régions des États-Unis. Les échantillons étaient présentés à l'état cru ou cuits à une température déterminée et indiquée sur le spécimen. Les argiles rouges montrent, pour quelques espèces, des points de fusion très bas, très favorables à la fabrication des briques. Les États-Unis sont particulièrement riches en argiles, variant de l'argile ordinaire à brique au kaolin.

Le meilleur kaolin se trouve dans le Sud (North Carolina, Georgie, Alabama, Tennessee). La Floride a une argile remarquable appelée « plastic kaolin » quoique ce ne soit pas à proprement parler un kaolin.

Ne pouvant étudier d'une façon approfondie les échantillons innombrables de la collection américaine, nous jetterons un coup d'œil d'ensemble sur les quelques divisions particulièrement intéressantes qui s'y trouvaient.

OR. — Les échantillons provenant des mines d'or des États-Unis provenaient particulièrement de la Californie et du Colorado. Ils comprenaient surtout du quartz aurifère, puis des alluvions aurifères et des tellurures.

En Californie, on trouvait les minerais aurifères de Los Angeles, Calaveras Co, Shasta Co, Tuolumne Co, etc. Parmi les beaux échantillons exposés par la Commission de Californie, nous citerons 43 pépites d'or cristallisé dont une très curieuse en forme de plante marine (cristaux arborescents).

D'autres échantillons très intéressants ont valu à leurs exposants des récompenses : nous citerons une pépite d'or très belle, présentant des cristaux très nets, de Tuolumne Co, Californie, exposée par **M. D. Fricot** (Murphy). Cette pépite pesait 5 kilogr. 59 et possédait une valeur de 19,000 francs. Des échantillons d'or natif en feuille associé avec

du carbonate de plomb et de la galène provenant de la Lilian Mine, à Leadville (Colorado, étaient exposés par **M. Tingley S. Wood**, à Leadville (26 pépites).

Pépites provenant des mines d'or hydrauliques du Siskiyou County (Californie) exposées par **M. F. Beaudry**, Callahan (Californie). Ces mines ont une surface de 2,600 hectares. Elles disposent d'une grande quantité d'eau sous une pression de 500 pieds et capable de laver 20,000 mètres cubes d'alluvions par jour.

La **National Bank of Commerce**, de Seattle (Washington), exposait des pépites d'or nombreuses provenant du Swank district; une d'entre elles pesait 1 kilogr. 473 et valait 1,620 francs. De plus, elle exposait de la poudre d'or provenant du Yukon River (Alaska).

La **Venture Corporation**, de Londres, exposait des échantillons provenant de mines situées à Cripple Creek Colorado (Stratton's Independence Mine). Ces échantillons, très beaux, se composaient de sylvanite et de calaverite.

M. Henry P. Lowe exposait un très beau morceau de quartz aurifère taillé et poli, provenant de Topeka Mine, Central County (Colorado). Sa valeur était de 9,000 francs. Sa teneur représentait 140,000 francs à la tonne.

La **Woods Investment Company**, à Colorado Springs (Colorado), a reçu une médaille d'argent pour ses échantillons de tellurure grillé de la Gold Coin Mine, à Cripple Creek (Colorado).

Nous citerons aussi : du quartz aurifère très riche provenant de Utica Mine (Californie), exposé par **M. Davidson**, de l'or natif avec sylvanite, exposé par la **Portland Mining Company**, à Cripple Creek (Colorado), de l'or natif exposé par la **Colorado Scientific Society**, à Denver (Colorado).

Enfin, pour terminer cet exposé, nous devons citer :

MM. Watts et **Heikes**, à Denver (Colorado), qui exposaient de très beaux cristaux de tellurure du Boulder County (Colorado), et qui ont reçu une médaille de bronze. Ces échantillons provenaient de la Graphic Mine, qui possède une veine de tellurure dans le granit, dont la puissance atteint jusqu'à 15 pieds.

Enfin, la **Maxwell Land Grant Company**, de Raton (New-Mexico), exposait de beaux échantillons d'or d'alluvion de ses mines, entre autres trois belles pépites.

Nous regrettons de ne pouvoir nous étendre plus longuement sur l'exposition des minerais d'or qui était réellement considérable et d'autant plus intéressante que les États-Unis ont produit en 1899 pour 350 millions en or extrait.

Nous regrettons, en particulier, de ne pouvoir étudier plus en détail les nombreux échantillons de toutes sortes exposés par les commissions de la Californie et des Carolines du Nord.

ARGENT. — Parmi les minerais d'argent exposés, la majeure partie était composée de minerais de plomb argentifère provenant de Colorado et de l'Utah; quelques minerais intéressants, cependant, venaient de Californie (quartz argentifère et aurifère) et de l'Idaho (argentite). La région de Leadville (Colorado) était représentée, en particulier,

par des carbonates de plomb argentifères; celle d'Ouray (Colorado), par des galènes argentifères quartzeuses; celle de Telluride (Colorado), par du quartz avec argent natif.

La **Mollie Gibson Consolidated Mining Company**, à Aspen (Colorado), avait envoyé une pépite remarquable provenant de ses mines d'Aspen. Cette pépite d'argent, une des plus grosses qui aient été trouvées jusqu'ici, pesait 153 kilogr. 114 et valait 16,224 francs. Elle exposait aussi d'autres spécimens d'argent natif, tels que du « Wire Silver » ou argent natif, étiré naturellement en fils.

MM. Nathan et **Alfred F. Léopold** ont envoyé une exposition d'échantillons d'argent natif en même temps que de cuivre. Nous reparlerons plus loin de ces derniers. Les petites pépites d'argent provenaient du Kowenaw County (Michigan).

PLATINE. — Nous citerons quelques spécimens de Californie; des pépites provenant du Trinity County (la plus grosse pesait 226 grains) et de la poudre d'or et de platine provenant de Butte County (Californie), envoyée par **M. Ekman.**

PIERRES PRÉCIEUSES. — Parmi les pierres précieuses exposées, nous citerons :

Des turquoises exposées par l'**American Turquoise Company**, de Los Cerillos (New-Mexico);

Des saphirs bruts et taillés du Montana, exposés par le **New Sapphire Syndicate**, Yugo Gulch (Montana), et réunies par M. C. F. Binns;

Des pierres précieuses des Carolines du Nord, exposées par le **State Museum of North Carolina**, à Raleigh, et comprenant, en particulier, rubis, grenats, béryls (Mitchell C°), améthystes (Catawba County), quartz citrine, etc.;

Enfin, une collection intéressante de rubis rouges en cristaux naturels ou taillés et polis, et de rhodolithes provenant de Cowee Valley, Macon County, North Carolina, exposée par **Al. Smith and C°**, New-York.

Ces rubis proviennent du centre des Cowee Mountains, au sud-ouest des Carolines du Nord. Ces mines sont de découverte récente. Les minéraux sont trouvés dans des lits de sable et d'alluvions tout à fait analogues à ceux du Burma, où l'on recueille aussi des rubis bien connus. La superficie exploitable semble s'étendre actuellement sur 60 hectares. On trouve aussi les rhodolithes dans les mêmes sables. Jusqu'ici, on n'a pas exploité sérieusement. La région a été étudiée par le professeur géologue I. W. Judd, de Londres.

AGATE. — Nous devons citer ici l'exposition très belle de bois agatisés de l'Arizona, faite par la **Drake Company**, de Saint-Paul (Minnesota). Ces pièces, uniques, comportaient de véritables troncs d'arbres minéralisés, et dont quelques-uns atteignaient 1 mètre de diamètre et plus. Leur section polie présentait des couleurs de toute beauté.

Ces troncs d'arbres silicifiés ont été trouvés dans l'Apache County (Arizona). Cette région, connue sous le nom de « Chalcedony Park », est composée de cendres volcaniques et de laves surmontées de grès sur une hauteur d'environ 20 à 30 pieds. Les troncs

émergent des cendres et des laves et se sont découverts quand le grès a été enlevé par l'érosion. On estime que ces arbres ont été minéralisés par des eaux chaudes (geysers) contenant beaucoup de silice; en même temps, les oxydes métalliques, dont l'Arizona est très riche, mélangés à cette silice, ont donné les colorations variées qui apparaissent avec le polissage.

Ces arbres ont été reconnus être, en partie, des araucarias ou sapins de l'île de Norfolk (océan Pacifique). Il semble, comme l'examen microscopique le montre, que le bois commençait à se décomposer quand la minéralisation s'est effectuée.

La Drake Company transporte les pièces à ses usines de Sioux Falls, South Dakota, où des machines les sectionnent et les polissent.

MÉTAUX. FER. — La collection très complète des minerais de fer, réunie par M. Kirchhoff, dont nous avons déjà parlé, comprenait :

Des limonites (Californie, Virginie);

Des magnétites (North Carolina, New-Jersey, Pensylvanie, New-York);

Des hématites (Wyoming, Tennessee, Visconsin, Georgie, Alabama, Virginie, North Carolina, Minnesota, Michigan).

On a vu dans la première partie les statistiques de production des différents États. Nous croyons intéressant de signaler ici des chiffres qui donnent les productions des grandes régions minières des États-Unis, et qu'on avait exposés dans cette collection. On verra là le développement de la région du Lac Supérieur (hématites du Mesaba Range).

ANNÉES.	PRODUCTION TOTALE DES ÉTATS-UNIS.	MARQUETTE RANGE. (MICHIGAN.)	GOGEBIC RANGE. (MICHIGAN.)	MENOMINEE RANGE. (MICHIGAN.)	MESABA RANGE. (LAKE SUPERIEUR.)	VERMILION RANGE. (MINNESOTA.)
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1889.....	14,750,000	2,672,000	2,181,000	1,906,000	//	876,000
1890.....	16,292,000	2,908,000	2,960,000	2,312,000	//	905,000
1891.....	14,824,000	2,822,000	2,073,000	1,885,000	//	960,000
1892.....	16,556,000	2,893,000	3,106,000	2,440,000	29,000	1,245,000
1893.....	11,772,000	2,097,000	1,489,000	1,588,000	694,000	828,000
1894.....	12,069,000	1,965,000	1,547,000	1,275,000	1,943,000	1,071,000
1895.....	16,211,000	2,013,000	2,667,000	1,822,000	2,884,000	1,043,000
1896.....	16,261,000	2,456,000	2,133,000	1,791,000	3,131,000	1,219,000
1897.....	17,798,000	2,715,000	2,197,000	1,795,000	4,287,000	1,403,000
1898.....	19,743,000	3,034,000	2,592,000	2,311,000	4,914,000	1,143,000
1899.....	//	3,817,000	2,839,000	2,337,000	6,721,000	1,189,000

Comme échantillons de ces gisements considérables, nous citerons :

Marquette Range. — De l'hématite à 60.9 p. 100 de fer et 0.10 Ph., 4.03 de silice.

Du fer spéculaire, 66.7 p. 100 de fer, 2.7 de silice et 0.037 de Ph.

Gogebic Range. — Hématites à 56.47 p. 100 de fer et 0.037 de Ph.

Menominée Range. — Hématites à 60.80 p. 100 de fer, 5.05 de silice et 0.29 de Ph.

Mesaba Range. — Hématites à 6.48 p. 100 de fer, 0.33 de Ph. et 0.009 de soufre.

A cette collection se trouvait annexée celle de la Commission de Californie, qui exposait des échantillons de chromite (Butte Co, Fresno Co), de fuchsite (Orange Co), de magnétite (Monterey Co) et de limonite irisée (Shasta Co).

CUIVRE. — L'exposition des minerais de cuivre comprenait de très beaux échantillons exposés particulièrement par la Copper Queen Mine Co. Nous en parlerons plus loin.

Dans les spécimens faisant partie de la collection générale, nous devons citer spécialement :

Silicate de cuivre de Plumas County (Californie) [Engels Mine];

Très beaux blocs de roches contenant du cuivre natif provenant des Calumet and Hecla Mines (Michigan);

Un magnifique morceau de cuivre natif, présentant quelques traces de cristallisation, provenant de la Phœnix Mine, Keweenawe County (Michigan), exposé par MM. Nathan et A. Leopold, dont nous avons déjà parlé.

Un cristal de calcite renfermant du cuivre natif du Michigan (même exposant).

NICKEL. — Parmi les échantillons relatifs au nickel, on remarquait quelques spécimens intéressants, tels que :

Minerais provenant de la Mine La Motte, ancienne mine du Missouri ;

Millerite de Placer County (Californie);

Minerais de nickel, avec genthite, provenant de Riddles (Oregon), exposés par **M. J.-H. Winslow**, de Riddles.

ZINC. — De beaux et nombreux spécimens de minerais de zinc étaient exposés parmi lesquels nous citerons par provenance :

Missouri. — Silicates de zinc (Granby), cristallisés en géodes et de couleur jaune, ou cristallisés en faisceaux (Aurora); sulfures cristallisés (Joplin); sphalerites cristallisées (Prosperity); calamine (Granby).

Virginie. — Carbonate (Austinville); silicate (Bertha).

Tennessee. — Silicates (Newmarket); sulfures et carbonates (Mossy Creek).

New-Jersey. — Dans cet État, les échantillons étaient en grande partie exposés par la **Franklin Furnace Company.**

Nous citerons particulièrement de la fowlerite, du calcaire imprégné de willemite, rhodonite, franklinite; entre autres, un bloc de 600 kilogrammes de willemite et franklinite.

A ce sujet, nous regrettons de ne pouvoir donner ici tous les renseignements si

IMPRIMERIE NATIONALE.

complets qui nous ont été communiqués par M. J. F. Kemp et par la Compagnie. Nous donnerons seulement quelques renseignements généraux.

Les gisements exploités par cette compagnie sont contenus dans un calcaire blanc, grossièrement cristallisé et connu sous le nom de « Franklin limestone »; ce calcaire est associé avec du gneiss en interstratification apparente. Il est intimement mélangé avec du calcaire bleu cambrien, connu sous le nom de « wallkill blue limestone ». Ce calcaire bleu n'est pas métamorphisé comme le blanc. On rencontre dans le calcaire de nombreux dykes de grenats dans le voisinage desquels il n'est pas rare de trouver des minéraux rares. Les gisements de minerai sont traversés par un dyke épais de minette (20 pieds d'épaisseur).

Le minerai se trouve couché dans le calcaire à peu de distance du gneiss; mais les couches ont été remaniées et le minerai se trouvant mêlé au calcaire, la stratification du minerai manque de netteté.

D'une façon générale, on peut dire que la plus grande partie des minerais se compose de franklinite, willemite et zincite mélangés avec la calcite.

On y trouve de plus des rhodonites, grenats, pyroxène, hornblende, etc., de même que du manganèse et du fer dont la présence a rendu difficile le traitement métallurgique des minerais.

Nous citerons aussi des échantillons provenant du Colorado (Leadville), de l'Arkansas, du Kansas (Empire) et de Pensylvanie.

PLOMB. — Parmi les spécimens exposés, on remarquait les sulfures de Clear Creek (Colorado), du Kansas; les sulfates, sulfures et carbonates de Magdalena, Nouveau-Mexique, (Graphic Mines); les sulfures des Carolines du Nord, du Dakota et de Californie (argentifères), des galènes de l'Utah (Mammoth) et des carbonates de l'Idaho.

MERCURE. — Les échantillons de minerais de mercure étaient surtout représentés par les envois des mines de la **New Almaden Mine**, de Santa Clara (Californie). Cette mine est connue depuis 1824. Depuis 1850, on a produit 981,000 bouteilles de mercure, valant ensemble 79,900,000 francs. Cette mine s'est développée sur une profondeur de près de 700 mètres. Elle occupe 325 hommes. En 1899, elle a produit 4,435 bouteilles contre 5,875 l'année précédente et 6,200 en 1896.

CHARBON. — Nous ne reparlerons pas ici de la collection des charbons bitumineux exposés par M. Saward. Nous citerons seulement les échantillons exposés par la **Lehigh Valley Coal Company**, de Wilkes Barre (Pensylvanie).

C'est la seule compagnie américaine de charbonnages qui ait exposé ses produits. Quoique l'exposition collective de M. Saward ait réuni les échantillons provenant de divers charbonnages américains, il est vraiment à regretter que ceux-ci n'aient pas organisé

une exposition dans laquelle ils auraient apporté les documents si intéressants relatifs aux bassins exploités, aux méthodes et appareils employés, etc. Aujourd'hui que cette exploitation américaine a pris le premier rang dans le monde entier, cette exposition eût présenté un intérêt puissant.

La Lehigh Valley Coal Company a réuni une série d'échantillons d'anthracite, de ses charbonnages de la vallée de Lehigh. Elle présentait en particulier la série des grosseurs commerciales qui portent les dénominations suivantes :

	DIMENSIONS. — millimètres.		DIMENSIONS. — millimètres.
Broken	100 à 50	Pea	15 à 20
Egg	50 70	Buck wheat	10
Stove	50	Rice	3
Nut	30	Bird's eye	2 à 3

L'analyse moyenne de ces anthracites donne :

Charbon	87.325 p. 100.
Matières volatiles	5.650
Humidité	0.825
Cendres	6.200

Nous regrettons que cette compagnie importante n'ait pas ajouté à cette exposition des renseignements, documents et modèles relatifs à son exploitation.

Sa production s'est élevée en 1899 à 7,588,932 tonnes, contre 6,749,000 tonnes en 1896.

En somme, son exposition, jointe à celle de M. Saward, présentait une collection assez complète des diverses espèces de charbons américains.

Nous citerons rapidement les autres exposants figurant pour des échantillons :

La **Assyrian Gilsonite Company**, à Gilsonite (Utah), présente des échantillons de gilsonite provenant de ses mines de l'Utah. La plus grande partie de la production américaine de gilsonite (grahamite) provient de l'Utah. On a produit, en 1899, 3,015 tonnes aux États-Unis.

La **Union Pacific Railway Company**, à Omaha (Nebraska), exposait un bloc remarquable de carbonate de soude naturel, provenant d'Albany County (Wyoming). Ce bloc cubique avait 50 à 60 centimètres de côté.

Le gisement d'où provient ce bloc présente une épaisseur variant de 0 m. 30 à 5 mètres de puissance sur des surfaces de 5 à 160 acres. Nous n'avons pu avoir de renseignements précis concernant ces dépôts.

La **Pacific Coast Borax Company**, à San Francisco (Californie), a des échantillons très intéressants de borax, colemanite et ulexite, exposés par elle et provenant en partie du Mojave Desert. Pour exploiter ces gisements très éloignés de tout centre, la compa-

gnie a récemment construit un chemin de fer reliant ses mines de colemanite à Daggett. Elle traite environ 100 tonnes de minerai par jour.

Les dépôts exploités consistent en deux veines de grande étendue, séparées l'une de l'autre de 12 mètres environ. Les terrains sédimentaires dans lesquels on trouve ces dépôts sont disloqués par des failles et percés de dykes de liparite et de brèche de hornblende andésite. Le borax est transporté à Daggett et de là aux usines de la Compagnie à Alameda.

M. Tallmadje a exposé de beaux cristaux de sélénite, rassemblés pour le Deseret Museum de Salt Lake City (Utah).

MM. Poulot et **Voillequé**, de Denver (Colorado), ont exposé de beaux échantillons de spath fluor ou fluorine du Colorado.

M. Blanc (A.), à Kern County (Californie), exposait de l'antimoine vierge et de la calcite de Placer County.

La **Central Phosphate Company**, de Beaufort (South Carolina), exposait des phosphates naturels de la Caroline du Sud.

Avant de passer à l'examen des compagnies importantes minières ou de construction, nous devons citer l'exposition de M. W. B. Dwight, à Vassar College, qui présentait un pétrotome, permettant de découper les minéraux durs en lames minces.

Les quelques grandes compagnies minières américaines qui figuraient à l'Exposition se trouvaient dans le stand américain du Champ de Mars (pavillon des Mines), alors que les constructeurs étaient à Vincennes (American Triangle).

The Colorado Fuel and Iron Company, à Denver (Colorado). — Cette puissante compagnie exposait des échantillons provenant de ses mines de charbon et de fer. Une partie du charbon extrait par elle et tout le minerai de fer sont employés dans ses hauts fourneaux. Pour donner une idée rapide de sa production, la Compagnie donnait les chiffres suivants :

Personnel employé dans tous les établissements de la compagnie.		10,200 hommes.
Acier ouvré annuellement		200,000 tonnes.
Production annuelle des	25 mines de charbon	4,500,000
	1,500 fours à coke	950,000
	5 mines de fer	900,000
	carrières à chaux	300,000

Les divers minerais exposés consistent en magnétite et hématite, ainsi qu'un peu de limonite.

Les mines de fer exploitées sont les suivantes :

a. Dans le Colorado, l'*Orient Mine* (fig. 54) donne de la limonite convenant au procédé Bessemer.

Cette limonite se trouve au contact d'une couche de calcaire qui, avec d'autres couches de calcaire, de quartzite et de schistes, constitue la série de l'algonquien de ce district. Le minerai se présente en gisements de formes et dimensions variables depuis

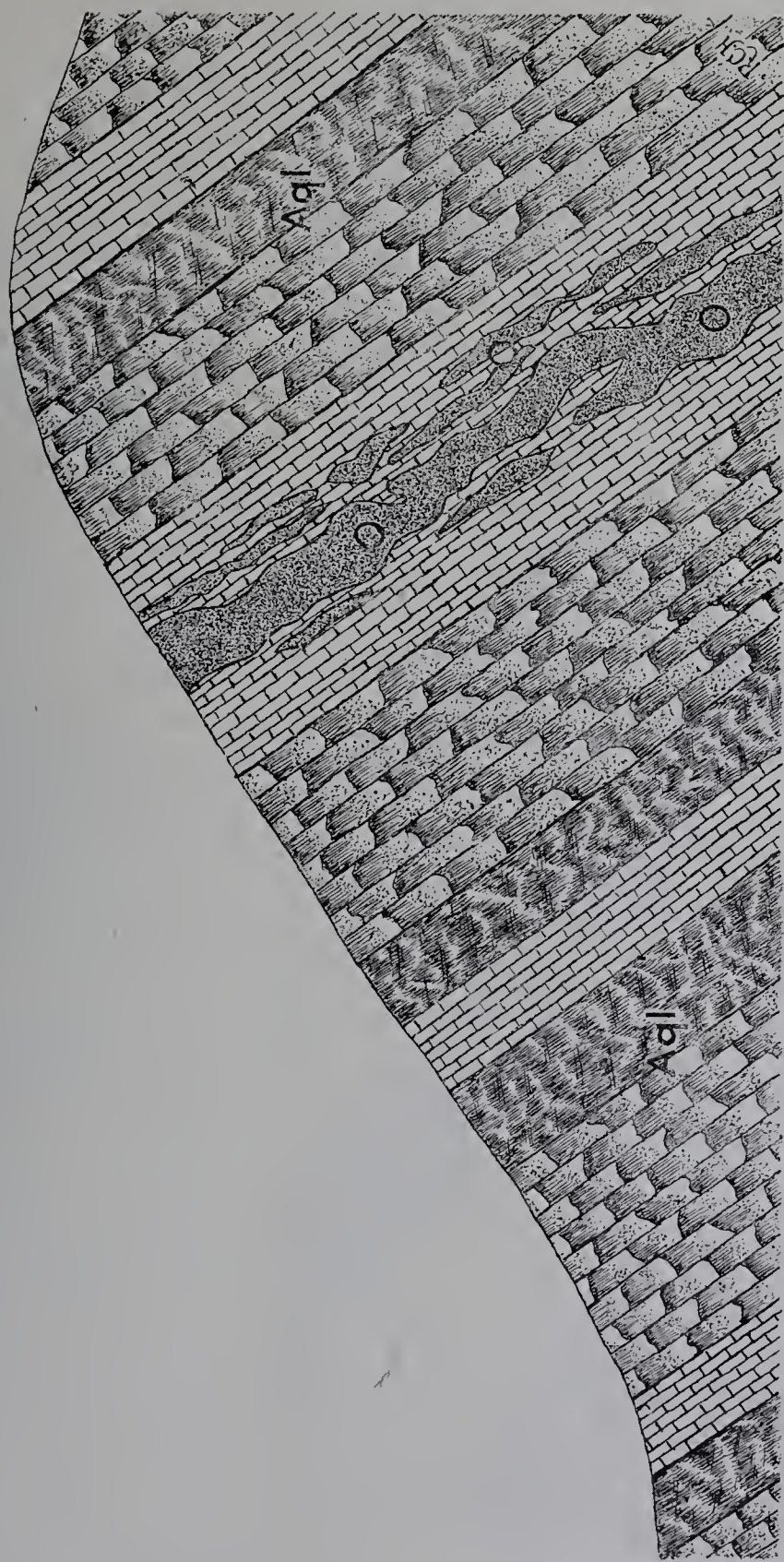


Fig. 54. — Coupe générale à travers la zone minéralisée de la mine « Orient ».
(Colorado fuel and iron Company.)

Aql. Quartzite, calcaire et schistes ardoisiers de l'Algonquien. — O. Gite irrégulier de limonite.

la forme de filons de quelques pieds de diamètre jusqu'à celle de vastes lentilles de 100 pieds d'épaisseur sur 300 à 500 pieds de longueur. D'après les remarques de la Compagnie, ce minerai aurait pour origine la pyrite avec plus ou moins de chalco-

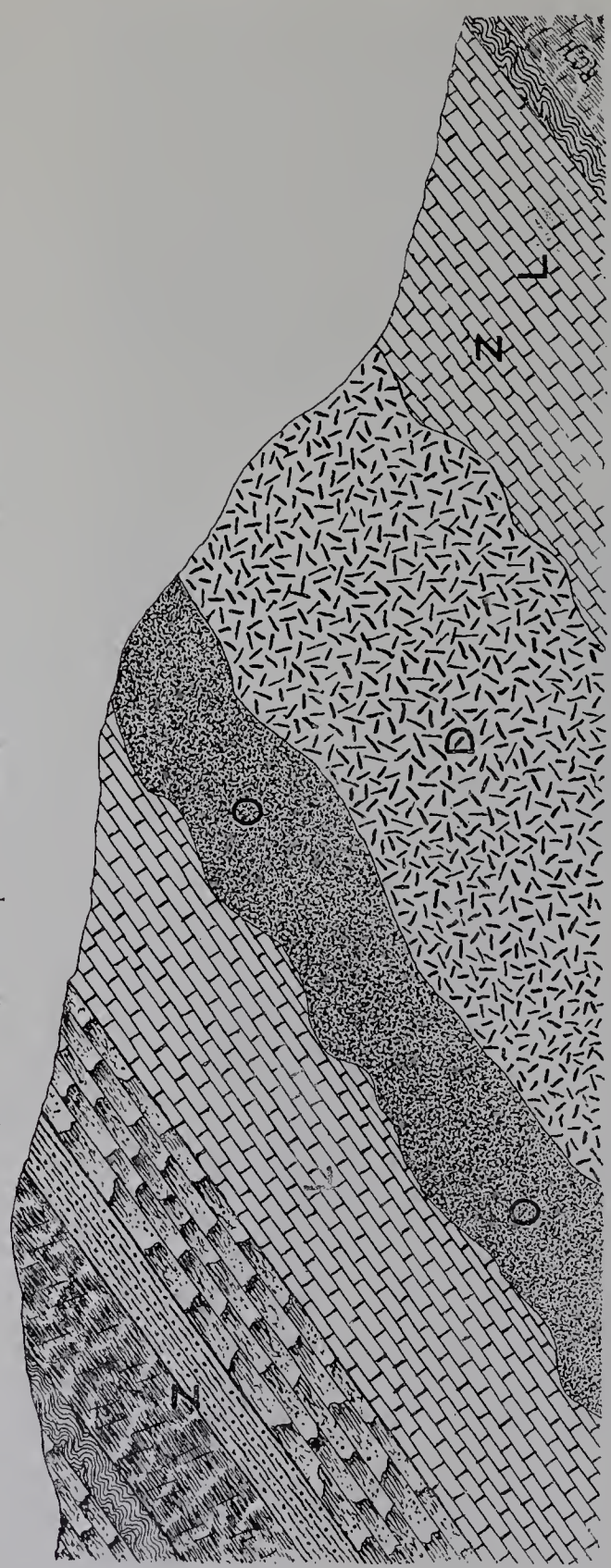


Fig. 55. — Coupe générale au travers du gisement de la mine «Calumet» (Colorado). (Colorado fuel and iron Company.)

Z. Zone de contact métamorphisée. — L. Calcaire. — D. Diorite. — O. Minerai.

pyrite dont on rencontre encore quelques nodules avec des traces de malachite. Le minerai est ordinairement à texture cristalline radiante ou fibreuse; les minéraux associés sont l'aragonite et la baryte.

Au Colorado se trouve aussi la mine *Calumet* (fig. 55), qui contient de la magnétite entre du calcaire et une roche éruptive de mica-diorite. Les calcaires appartiennent probablement au précambrien ou algonquien.

Ils présentent au voisinage de la diorite un métamorphisme prononcé. Le gisement a 100 pieds d'épaisseur, et a été reconnu sur 300 pieds de profondeur et 800 pieds de longueur. Cette magnétite convient pour le Bessemer, elle est à faible teneur de phosphore; elle doit être grillée en raison des quelques quantités de pyrites qu'elle contient.

b. Dans le Wyoming, les mines de *Hartville* (fig. 56) se trouvent dans les schistes appartenant aux terrains fondamentaux du district qui sont constitués par les séries de micaschistes, argile schisteuse, quartzite, calcaire siliceux du précambrien (algonquien), séries très bouleversées. Le minerai se présente en masses lenticulaires de formes irrégulières; on trouve d'ailleurs de ce minerai disséminé dans les roches voisines. Il consiste en hématite convenant au Bessemer (69 p. 100 de fer). La mine *Sunrise* est le

principal siège d'exploitation de ce gisement.

c. Dans le Nouveau-Mexique, le gisement de Hanover (fig. 57) est un des plus développés du versant est des montagnes Rocheuses. Il se présente sous la forme d'un bassin de 20 milles de long sur 1 mille de large. Le minerai est plus ou moins continu; il consiste en magnétite dont une partie considérable a été transformée en hématite. Le gisement présente en un point particulier une épaisseur de 200 à 300 pieds d'hématite compacte (61 p. 100 de fer). Le minerai se trouve au contact entre le granit et le calcaire du carbonifère inférieur.

Nous ne citons que les mines exploitées, car en tout la Compagnie possède 6 mines au Colorado, 3 au Wyoming, 2 au Nouveau-Mexique et 5 en Utah.

Mines de charbon. — La Compagnie exposait aussi des spécimens des charbons qu'elle retire de ses charbonnages et qui comprenaient des houilles bitumineuses (21 mines au Colorado et 1 au Nouveau-Mexique) et des anthracites (2 mines au Colorado et 1 au Nouveau-Mexique).

Les couches du Colorado appartiennent au crétacé supérieur (Laramie) et se continuent au nord dans le Wyoming, à l'ouest dans l'Utah et au sud dans le Nouveau-Mexique. A l'exception des régions qui ont été en contact avec des roches ignées ou qui ont subi des efforts violents, le charbon est ligniteux, il contient une grande proportion d'eau. Aux environs des centres éruptifs, il se change en houille et même en anthracite. Dans le Wyoming, les couches très étendues présentent les deux variétés de lignite et de houille. De même pour la partie située dans l'Utah. Dans le Nouveau-Mexique on rencontre les houilles grasses et demi-grasses et

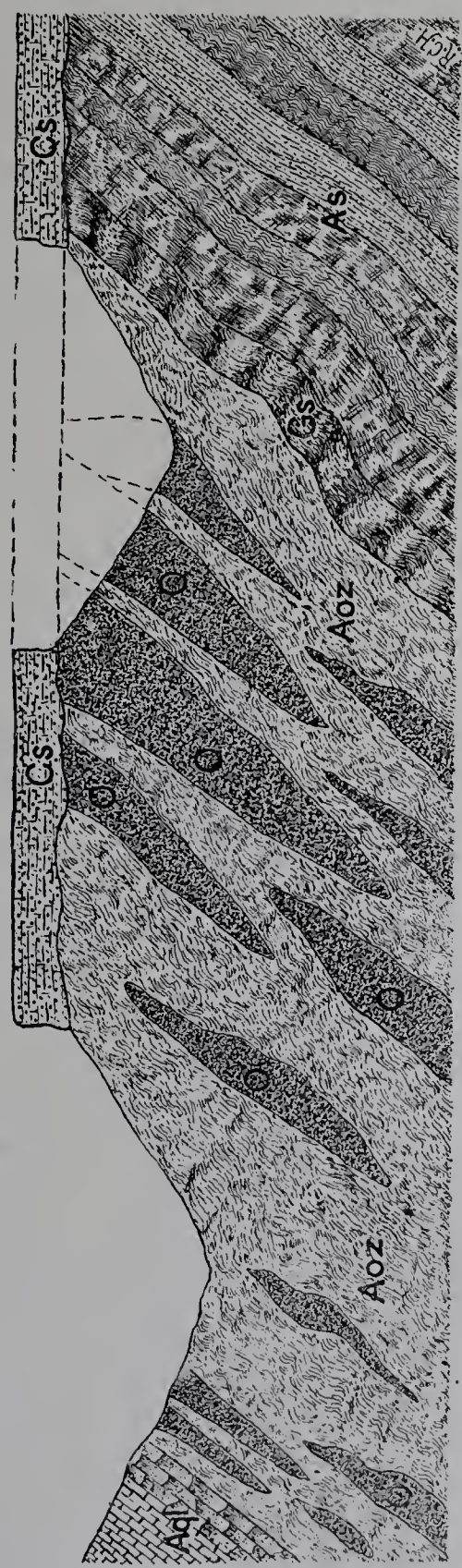


Fig. 56. — Coupe (en partie théorique) de la région minéralisée de Hartville (Wyoming). [Colorado fuel and iron Company.]

Gs. Grès cambrien. — Aql. Quartzite et calcaire de l'algonquien. — As. Schiste et ardoises de l'algonquien. — Aoz. Minerai.
O. Gîtes lenticulaires de minerai. — Gs. Schiste graphitique.

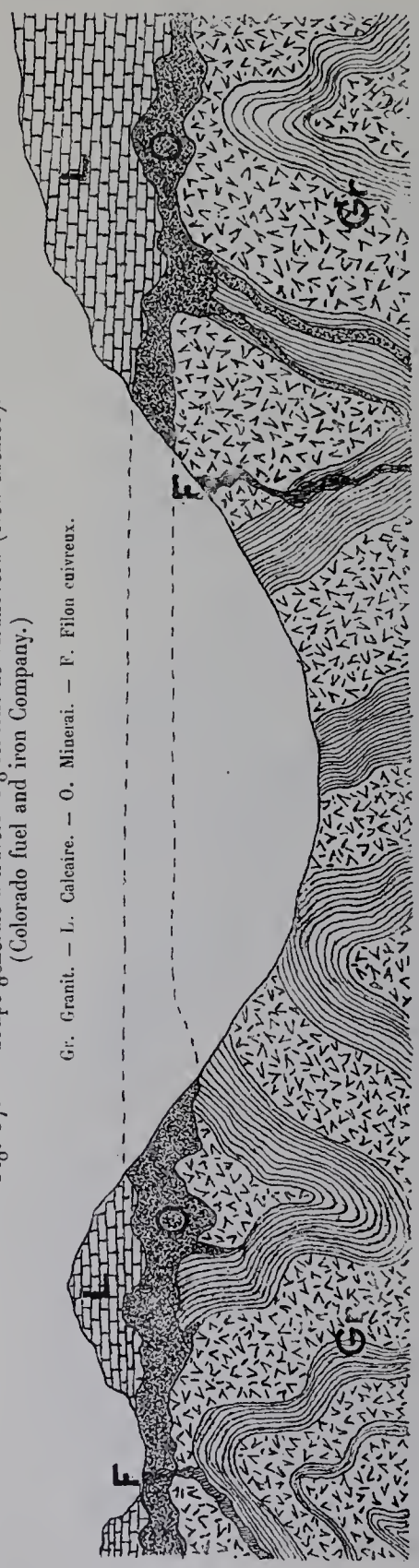


Fig. 57. — Coupe générale à travers le gisement de «Hanover» (New-Mexico). (Colorado fuel and iron Company.)

Gr. Granit. — L. Calcaire. — O. Minerai. — F. Filon cuivreux.

les lignites; à Los Cerillos, les anthracites apparaissent et sont d'excellente qualité.

Les concessions appartenant à la Société couvrent 80,000 acres; de plus 21,000 acres ont été loués par elle.

Les mines possèdent des installations électriques importantes et emploient 6,000 ouvriers.

La Compagnie possède 1,500 fours à coke avec un certain nombre de lavoirs à charbons qui produisent 950,000 tonnes et emploient 800 ouvriers.

La Société emploie ses charbons dans ses usines métallurgiques et de plus fournit les chemins de fer et les steamers du Missouri et du Pacifique, et en envoie au Mexique et aux possessions anglaises.

Nous devons ces quelques renseignements intéressants à une communication que nous a faite la Compagnie et nous y joignons des coupes géologiques intéressantes relatives aux mines dont nous avons parlé.

The American Steel and Wire Company, à New-Jersey (New-York-City). — Cette compagnie métallurgique exposait un certain nombre d'échantillons de minerais et de charbon provenant de ses mines de fer et de zinc et de ses charbonnages. Malheureusement les renseignements qui ont été donnés sur ces mines sont tout à fait insuffisants et nous regrettons de ne pouvoir en parler.

D'une façon générale, la Compagnie extrait annuellement (Lac Supérieur) 1,700,000 tonnes de minerai de fer (hématites à 67 p. 100), dont une partie est exploitée au moyen de puissants excavateurs capables de 5 tonnes, dit-on, à chaque coup de l'opérateur. Ces minerais sont chargés sur 19 bateaux, dont quelques-uns peuvent contenir 8,000 tonnes. Ces bateaux appartiennent à la Compagnie.

Celle-ci possède environ 10,000 acres de terrains en mines de charbon, en Pensylvanie, qui lui fournissent le charbon qu'elle utilise dans ses usines de Pittsburg. Elle possède 880 fours à coke produisant annuellement 566,000 tonnes.

Enfin elle exploite des mines de zinc dans le Missouri et deux usines traitent ces minerais qui donnent 18,000 tonnes de zinc par an. Ces usines utilisent le gaz naturel qu'on retire des propriétés de la Compagnie.

The Copper Queen Consolidated Mining Company, à Bisbee (Arizona). — La Copper Queen Consolidated Mining C° exposait une série complète des minerais de cuivre, qui se rencontrent dans les mines qu'elle exploite, avec toutes les transformations que ces minerais ont subies aux divers étages exploités. De plus un certain nombre de minéraux particulièrement beaux étaient disposés sous vitrine; nous citerons particulièrement de l'azurite en cristaux enchevêtrés ou ligniformes, ou en gros cristaux isolés ou cristaux en boule, de la malachite concrétionnée et de la cuprite.

La Copper Queen dont les mines sont situées à Bisbee (Arizona) est réunie avec les Detroit Mines (Morenci) et United Globe Mines (à Globe) sous la même direction. Leurs expositions étaient confondues dans une même collection de minerais, de charges complètes destinées aux fours et de mattes diverses.

Les mines les plus considérables sont celles de la Copper Queen, à Bisbee. A cet endroit on trouve le minerai dans des masses irrégulières de calcaires carbonifères. Le minerai exploitable découvert jusqu'à ce jour est compris dans une série de couches qui ont jusqu'à 600 pieds d'épaisseur. Les masses de minerai sont non seulement très variables en volume, mais elles ne suivent aucun ordre dans leur situation. L'oxydation a converti tous les minerais de la surface en composés oxydés. Dans certaines parties de la mine, l'altération des sulfures en oxydes a eu lieu à une profondeur de près de 600 pieds, mais, dans d'autres sections, on trouve des sulfures de fer et de cuivre qui ne sont pas changés à 200 pieds de la surface.

Les minerais oxydés, dans le seul grand affleurement qui ait révélé la richesse cachée de la mine, étaient réunis à la calcite, mais les oxydes de cuivre plus profonds se trouvent généralement dans la limonite et se rencontrent çà et là dans de grandes masses de glaise ferrugineuse, produites par altération, que l'on connaît sous le nom de *ledge-matter*. Les plus riches malachites et azurites se trouvent immédiatement en contact avec le calcaire.

Le produit intermédiaire entre les sulfures non changés et le minerai oxydé est un oxysulfure noir que l'on trouve en grande quantité en forme de coquilles qui enveloppent des masses de sulfure de fer et de cuivre presque pures, et dans certains endroits où la transformation a encore lieu, la masse entière de ces petits dépôts est de l'oxysulfure.

Les collections exposées montraient ces différents minerais et la marche de ces transformations.

Les minerais qui fournissent aux fours 700 tonnes par jour, et qui produisent *20 millions de kilogrammes de cuivre par an,* proviennent de plus de vingt concessions et sont d'une étendue souterraine de 1 kilomètre et demi de long et de 1,200 mètres de large.

Nous ne parlerons pas des mélanges effectués pour la réduction dans les fours, qui rentrent dans les attributions de la métallurgie.

Nous signalerons une étude très intéressante (que nous regrettons de ne pouvoir citer entièrement ici) du docteur James Douglas, sur ces mines et qui a été publiée dans les *Transactions of the american Institute of Mining Engineers*, en février 1899. Nous joignons toutefois ici deux des coupes géologiques données par lui (fig. 58), comme caractérisant fort bien le gisement de Bisbee, malgré son irrégularité, qui entraîne tant de difficulté dans les recherches.

Les mines de The Detroit Copper C° sont situées dans le district de Clifton (Arizona). Les minerais anciennement exploités se trouvaient en grande partie dans les roches calcaires intercalées entre deux couches de rochers feldspathiques. Mais ce riche approvisionnement est depuis longtemps épuisé et, aujourd'hui, la production du district exploité

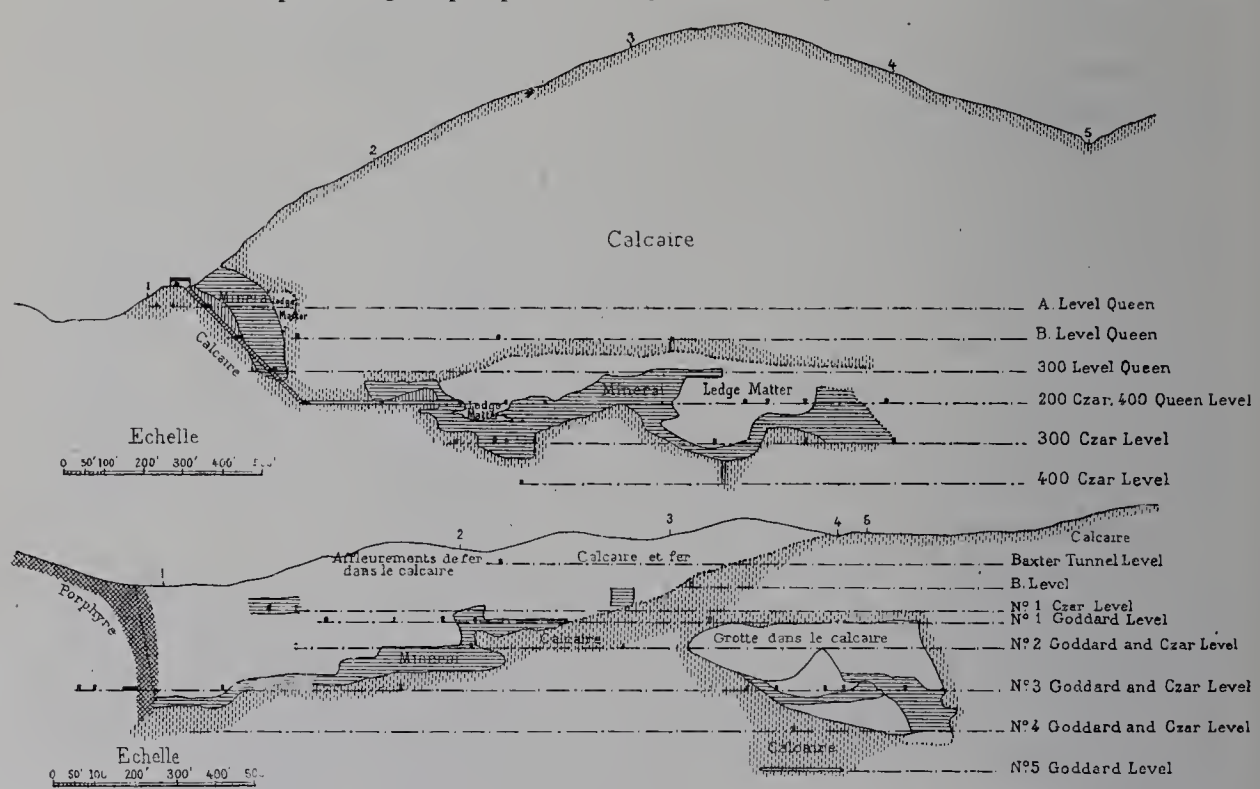


Fig. 58. — Coupes transversales du gisement cuprifère de la Copper Queen Mine, à Bisbee (Arizona).

par l'Arizona Copper C° et la Detroit Copper C°, et qui se monte à près de 20 millions de kilogrammes par an, sort de grandes couches de roches feldspathiques. Quelques-unes de ces couches de rocher décomposé contiennent des minerais de cuivre d'une richesse moyenne de 5 p. 100. Il y a des quantités faibles de carbonates, mais les oxy-sulfures sont considérables. Quand le minerai est en masses convenables dans le porphyre décomposé, il est trié à la main comme minerai de première classe, puis passé directement dans les fours; mais la plus grande partie se trouve disséminée en petites particules à travers la roche, et il faut le soumettre à la concentration mécanique avant de le fondre en mattes.

Ces mines produisent environ 7.250,000 kilogrammes de cuivre par an.

Les mines de la United Globe C° du même État (Arizona) sont moins importantes quoique les minerais soient encore riches en cuivre. Ces mines ne produisent que 2,720,000 kilogrammes par an.

Ces trois groupes de mines emploient 2,500 ouvriers pour une production totale de 30 millions de kilogrammes de cuivre environ. Ces compagnies possèdent des lignes de chemins de fer considérables, 62 milles pour la Copper Queen et 20 milles pour la Detroit C°, reliant les mines avec les grands réseaux des Compagnies de chemins de fer.

The Standard Oil Company, à New-York-City. — La Standard Oil Company avait installé dans la section américaine du Palais des Mines une exposition très complète mettant sous les yeux du public des coupes géologiques à grande échelle montrant la disposition des couches pétrolifères de Pensylvanie, et une série très nombreuse d'échantillons de pétroles bruts divers avec les différents produits que l'on en tire par la distillation.

Cette compagnie puissante possède un grand nombre de puits dans presque toutes les régions pétrolifères de l'Amérique. Elle fait en produits bruts et distillés un chiffre d'affaires qu'elle dit être de près de 600 millions de francs annuellement. Fondée en 1867, elle occupe actuellement plus de 40,000 ouvriers. Ses efforts se sont portés en partie sur les procédés de distillation et elle a réussi à éliminer le soufre de certains pétroles, tels que ceux de l'Ohio et de l'Indiana. Tous les résidus des diverses distillations ont été rendus utilisables.

De toute sa production près des trois cinquièmes sont écoulés dans les pays étrangers.

L'exposition de cette compagnie, organisée sous la surveillance de MM. O. T. Waring et David T. Day, était particulièrement instructive au sujet des diverses distillations dont les produits étaient systématiquement classés dans des flacons ou divers récipients.

Sans insister sur la coupe géologique et les échantillons des différents terrains pétrolifères, nous dirons un mot des divers produits de distillation exposés :

1° Échantillons de pétroles bruts des Appalaches, de Lima et de Californie; ces derniers plus lourds, plus épais et contenant plus d'eau;

2° Distillation pour l'obtention d'huiles lampantes.

En partant de 50 kilogrammes de pétrole brut on obtient (produits exposés) par la distillation :

	litres.		litres.
a. Gazoléine	3	*d.* Pétrole raffiné distillé	22
b. Benzine	6 1/2	*e.* Pétrole extra-blanc distillé	7
c. Pétrole distillé	9	*f.* Résidu	7 à 8

Diverses distillations apurent ou désodorisent ces divers produits. Les résidus par ce procédé donnent :

	litres.		litre.
a. Huile à gaz pour l'exportation	1	*c.* Résidu (employé pour les toitures)	1/2
b. Paraffine distillée	6	*d.* Coke sans cendre	//

On peut reprendre alors la paraffine qui donne, après lavage à l'acide sulfurique :

a. Paraffine comprimée distillée..... 5 litres,

donnant à son tour par distillation :

Paraffine légère distillée..... 2 lit. 3/4,
Paraffine lourde distillée..... 1 litre,
b. Paraffine brute..... 1/2 litre.

2° Distillation dans le but d'obtenir les huiles lampantes en même temps que les huiles de graissage.

On obtient alors, par la distillation, les produits suivants :

a. Gazoléine;
b. Benzine;
c. Pétrole de luxe.

A ce moment on arrête les feux, on projette de l'eau froide et on obtient un résidu dur et gommeux.

De ce résidu on tire toutes les huiles à graisser comprenant plus de 80 genres. Il reste la vaseline.

Celle-ci donne à son tour :

a. Vaselines purifiées blanche et colorée;
b. Bitume.

La vaseline, par filtrage dans de la terre, donne la vaseline semi-liquide pour la médecine, et comme résidu de la paraffine.

Parmi les huiles lampantes, les échantillons exposés comprenaient :

1° Pétroles de luxe inflammables à diverses températures variables de 120 à 180 degrés, parmi lesquels l'huile astrale, l'huile du Gouvernement américain (140°) et la *refined oil,* huile très blanche. (Prix de vente moyen en Amérique : 8 cents le gallon.)

2° Pétroles distillés, de qualité un peu inférieure, donnant une flamme moins blanche et dont un des meilleurs est la *Diamond white oil.*

3° Pétroles, comprenant le Radiant, le Brillant, tous pétroles à bas prix (5 cents le gallon).

Cette exposition très instructive montrait des détails plus complets que nous ne pouvons malheureusement pas donner ici.

Nous donnerons seulement la reproduction d'une carte intéressante (fig. 59 et 60), établie par M. Oliphant, du *Ceological Survey,* indiquant les gisements pétrolifères des États-Unis avec indication des centres d'exploitation.

The Ingersoll Sergeant Drill Company, à New-York-City. — L'exposition de la Ingersoll Sergeant C° se trouvait à Vincennes. On connaît assez cette importante

Fig. 59. — Carte des régions pétrolifères et de gaz naturel connues aux États-Unis et de leurs extensions probables, d'après la carte dressée par M. F.-H. Oliphant, du Service géologique des États-Unis.

compagnie de construction dont l'usine de Easton (Pensylvanie) emploie 1,200 ouvriers et construit chaque année des compresseurs d'air pour une force totale de 55,000 P, 2,500 perforatrices et 1,000 haveuses. C'est cette fabrication particulière qui a fait sa réputation.

Son exposition comprenait :

1° *Un compresseur d'air horizontal Corliss.* — Compound quant à l'air et à la vapeur avec circulation d'eau extérieure et réfrigérant intermédiaire. L'air est comprimé à 90 ou 105 livres par pouce carré (6 kilogr. 3 ou 7 kilogr. 4 par centimètre carré). Un système particulier de régulateur permet d'obtenir la constance de la pression atteinte. Vitesse de 70 à 110 tours à la minute.

2° *Compresseur rectiligne.* — Le cylindre à vapeur et le cylindre à air sont disposés sur une même ligne Le cylindre à vapeur est placé entre deux volants. Vitesse normale de 100 à 150 tours par minute.

3° *Perforatrice avec chaudière.* — Ce système est porté sur un truc. La perforatrice est montée le long de la chaudière et sur le bord du truc. Un moteur auxiliaire met le truc en marche avant ou arrière. Un autre permet de déplacer le cylindre de la perforatrice suivant les besoins. Le tout se déplace sur rails.

Deux hommes suffisent à la manœuvre.

Ces machines, dont les dimensions sont variables, ont été très employées dans les travaux du canal de drainage de Chicago. Elles sont surtout destinées aux carrières.

4° *Excavateur automatique à barre,* destiné aux petites carrières. La perforatrice se meut le long de deux barres parallèles. Ces deux barres sont soutenues par des pieds mobiles. Le mouvement de la perforatrice le long des barres permet de forer des lignes de trous très régulières.

5° *Perforatrices de mines,* montées sur trépieds. La compagnie construit quatre types de perforatrices qui sont :

a. La *Nouvelle Ingersoll,* à soupape indépendante et rotation à déclenchement;

b. L'*Eclipse Ingersoll,* système analogue au précédent mais plus ancien;

c. La *Sergeant* à soupape auxiliaire actionnée par le piston et agissant sur la soupape principale par la détente de l'air qu'elle dirige en conséquence; système avec rotation à déclenchement;

d. Le Taquet à *Soupape à arc.* La soupape est à pivot et est actionnée par le piston; en oscillant la soupape fait jouer le tiroir de distribution.

6° *Haveuse.* — La haveuse Ingersoll est à air comprimé; le cylindre est monté sur un essieu bas avec deux roues de diamètre variable. Le cylindre est dirigé horizontalement ou verticalement par des poignées.

Nous nous contentons de définir à grands traits cette exposition, car nous reviendrons en détail sur ces appareils dans la troisième partie.

The Oil Well Supply Company, à Pittsburg (Pensylvanie). — La Oil Well Supply Company avait mis en place, dans la section américaine de Vincennes, une installation

LÉGENDE
Régions où il existe plus ou moins de pétrole.
Régions de gaz naturels.
Régions d'extension possible des gîtes de pétrole ou de gaz.
LAC ONTARIO
LAC ÉRIE
LAC HURON
LAC MICHIGAN
WISCONSIN
MICHIGAN
NEW YORK
PENNSYLVANIE
OHIO
INDIANA
ILLINOIS
KENTUCKY
VIRGINIE
WASHINGTON
DELAWARE
Buffalo
Rochester
Syracuse
Albany
Troy
Utica
Saratoga Springs
Cleveland
Akron
Youngstown
Canton
Mansfield
Sandusky
Toledo
Detroit
Port Huron
Flint
Saginaw
Bay City
Lansing
Ann Arbor
Jackson
Adrian
Kalamazoo
Battle Creek
Muskegon
Grand Rapids
Chicago
Joliet
Milwaukee
Racine
Waukegan
Elgin
Rockford
Janesville
Madison
Fond du Lac
Sheboygan
Peoria
Springfield
Bloomington
Lafayette
Indianapolis
Terre Haute
Evansville
Cincinnati
Columbus
Dayton
Springfield
Zanesville
Newark
Pittsburgh
Harrisburg
Philadelphie
Trenton
Baltimore
Washington
Annapolis
Richmond
Lexington
Louisville
Frankfort
Nashville
Knoxville
Chattanooga
Atlanta
Mobile
Vicksburg
Memphis
Paducah
Cairo
Bristol
Roanoke
Lexington
Staunton
Charlottesville
Fredericksburg
Harrisonburg
Alexandria
Wheeling
Pittsburgh
Altoona
Scranton
Wilkesbarre
Binghamton
Elmira
Corning
Ithaca
Oswego
Kingston
Poughkeepsie
Newburgh
Paterson
Jersey City
Brooklyn
New York
Albany
Troy
Saratoga Springs
Schenectady
Syracuse
Amsterdam
Utica
Rome
Oswego
Rochester
Lockport
Buffalo
Niagara
Ch. du Niagara
Port Huron
Detroit
Toledo
Sandusky
Cleveland
Akron
Canton
Youngstown
Mansfield
Newark
Columbus
Springfield
Dayton
Xenia
Cincinnati
Hamilton
Chillicothe
Circleville
Zanesville
Wheeling

complète de sondage suivant ses procédés; installation qui a été en activité pendant une partie de l'Exposition. Un sondage a été opéré dans le sol et a atteint, en douze jours, la profondeur de 300 mètres.

Il est difficile de rendre compte en détail des procédés et outils employés par cette Compagnie, qui sont excessivement nombreux.

D'une façon générale nous pouvons dire que le principe des appareils de la Oil Well Supply C° est celui du procédé dit *chinois* ou sondage à la corde.

L'installation complète comprend une chaudière de campagne, robuste et à grande surface de chauffe, disposée pour être chauffée à tous les combustibles; une machine simple actionnant la grande poulie du balancier et le derrick ou chevalement proprement dit. Les poulies, balanciers et toutes les constructions du derrick sont en bois et peuvent être réparés sur place avec les matériaux de circonstance. C'est une des caractéristiques intéressantes de ces appareils.

Les appareils relatifs au sondage, à la prise des cordages, au tubage, au pompage sont des plus nombreux. Nous en verrons ultérieurement un certain nombre.

Le procédé et les appareils de la Oil Well Supply C° sont presque exclusivement employés en Amérique pour les différents sondages et les nombreux puits à huile de ce pays. On les emploie aussi en Europe et, en particulier, en Galicie.

Il semble résulter des résultats obtenus jusqu'ici que la rapidité de sondage est plus grande qu'avec les autres méthodes; de plus, le procédé se prête aux installations simples et rapides.

Nous étudierons plus à fond ce procédé dans la troisième partie.

The Jeffrey Manufacturing Company, à Columbus (Ohio). — Cette importante maison fabrique des appareils pour les mines, et en particulier des haveuses, depuis 1897. Son chiffre d'affaires s'élève à 2,500,000 dollars par an. Sa fabrication comprend des haveuses, des locomotives de mines, des perforatrices, des lavoirs à charbon, des transporteurs, etc.

Son exposition comprenait un certain nombre de types se rapportant à ces différents appareils. Les plus intéressants étaient les suivants :

1° *Haveuses.* — Les haveuses exposées par la Jeffrey Manufacturing Company sont des haveuses à chaîne, de deux types : l'un pour les couches épaisses ou moyennes, l'autre pour les couches minces. Ces appareils peuvent être mus par l'électricité ou par l'air comprimé. Deux hommes suffisent pour la manœuvre de cette haveuse qui, une fois mise en place, marche automatiquement et cesse de s'avancer dès que la coupure est faite.

L'avancement moyen peut être évalué (mines américaines) à 5 à 6 pieds en quatre minutes.

Ces machines sont transportées sur des trucs particuliers qui peuvent être mis en marche par le moteur même de la haveuse. La coupure peut être faite verticalement, en disposant l'appareil entre 4 montants.

La Jeffrey exposait aussi quelques types de machines Longwall électriques ou à air comprimé.

2° *Perforatrices.* — Les perforatrices Jeffrey sont rotatives et mues par l'air comprimé ou par l'électricité. Le type de 1 HP 1/2 électrique, employant le courant continu sous 220 ou 500 volts, perce 6 pieds en une minute environ. Il pèse 160 livres (72 kil. 580). Le « Giant » à l'air comprimé pèse 125 livres (56 kilogr. 700).

Nous reparlerons ultérieurement, plus en détail, de ce matériel.

The Rand Drill Company, New-York City. — La Rand Drill Company a été fondée en 1871. Elle fabrique en particulier des compresseurs d'air, des perforatrices, etc. Elle emploie 1,300 ouvriers et fait un chiffre d'affaires annuel d'environ 2 millions de dollars.

Elle exposait plusieurs types de perforatrices et de compresseurs d'air. Nous citerons les plus intéressants, en réservant leur étude plus détaillée :

1° *Perforatrices.* — Les perforatrices exposées étaient de trois types, tous à air comprimé. Ces trois types étaient :

a. « The Little Giant », dont le tiroir de distribution est actionné par un levier mis en mouvement par le piston. Avancement à main ;

b. « The Rand Slugger », type dont le tiroir est constitué par un petit piston cylindrique équilibré, manœuvré par l'air lui-même ;

c. « The Little Terror », type réunissant les deux systèmes précédents, c'est-à-dire dont le tiroir est cylindrique mais actionné mécaniquement.

Ces trois types peuvent être mus par l'air comprimé ou la vapeur, à volonté. Ils peuvent être montés sur colonnes ou trépieds.

2° *Haveuse à percussion.* — Analogue à la haveuse Ingersoll ;

3° *Compresseurs d'air.* — Plusieurs compresseurs étaient exposés. Le plus intéressant était le compresseur dit *Duplex,* possédant des cylindres à air compound actionnés par des machines Corliss compound à condensation. Un système particulier de régulation règle la vitesse de la machine d'après la pression de l'air dans le réservoir récepteur.

Les soupapes du cylindre à air à basse pression sont du type Corliss, soupapes intérieures actionnées mécaniquement. Les deux cylindres à air sont reliés par le système de réfrigérant intermédiaire dit *Standard,* composé de tubes métalliques entourés d'eau.

Divers autres appareils étaient exposés, tels que trépieds, barres, pompes à sable, etc., de moindre intérêt.

The Bullock Manufacturing Company, à Chicago. — La Bullock Manufacturing Cy construit des perforatrices à diamant de toutes grandeurs. Elle en avait exposé un certain nombre de types, soit à bras, soit actionnées par la vapeur ou l'air comprimé. Ces types sont intéressants et les résultats obtenus sont remarquables. On a pu forer un trou de 24 pouces (0 m. 60 environ) de diamants, et retirer de ce sondage une carotte-témoin de 4 pieds de longueur (1 m. 20).

IMPRIMERIE NATIONALE.

D'une façon générale, l'appareil à moteur est construit de telle sorte qu'il actionne :

1° La sonde;

2° Un treuil auxiliaire permettant de retirer cette dernière.

Les sondes sont creuses et sont parcourues par un courant d'eau qui nettoie le trou et facilite l'action des diamants sur la roche.

Les deux caractéristiques de cet appareil consistent :

a. Dans le mode de sertissage des diamants dans la couronne de la sonde;

b. Dans un système d'avancement de la sonde, qui règle à chaque instant la vitesse d'avancement d'après la dureté de la roche rencontrée. Un indicateur est adjoint à cet appareil et enregistre la pression de la couronne de diamant contre la roche.

La vitesse d'avancement peut être réglée à la main. Les appareils en possèdent d'habitude trois, suffisantes pour tous les cas de la pratique; les deux vitesses extrêmes sont de 8 pouces par minute (0 m. 143) et 15 pouces par heure (0 m. 00635 par minute).

La maison Bullock fabrique dix-neuf types de ces appareils. La plus petite, la «Bravo», à main, peut forer des trous de 0 m. 0349 (1 pouce 3/8) de diamètre et de 100 mètres de profondeur. Elle pèse 325 livres (147 kilogr. 400). La plus répandue est la «Champion», à vapeur, allant jusqu'à 500 mètres environ. La plus puissante, la «Géant», peut forer jusqu'à 1,500 mètres.

The Robins Conveying Belt Company, à New-York City. — Cette Compagnie exposait un système de transporteur à courroie sans fin, pour la manutention des minerais, charbons, résidus, etc. Cette maison date de 1893, elle fait actuellement pour 1,500,000 francs d'affaires annuelles.

Le procédé de transport par courroie sans fin est employé dans un certain nombre de systèmes construits par d'autres maisons. Celui de la Robins Conveying Belt Company se distingue par les points suivants :

1° La courroie en toile caoutchoutée présente des renforcements en toile sur ses deux côtés, ce qui facilite la formation de la concavité au centre et la rigidité des côtés sur les rouleaux latéraux;

2° Les rouleaux possèdent un système particulier de graissage à l'abri des poussières. Le roulement se fait sur des axes creux par lesquels se fait le graissage sous pression, au centre des coussinets;

3° On peut adapter à cette courroie un déchargeur fixe ou automatique, permettant de décharger les matériaux transportés soit à un seul endroit, soit tout le long du magasin récepteur, en les répartissant également. Dans ce dernier cas le déchargeur, mû par la courroie elle-même, va d'un bout à l'autre du chemin qui lui est fixé, puis revient automatiquement sur ses pas.

Le type exposé à Vincennes était mû électriquement. On pouvait effectuer, sur cette courroie, le transport de 250 tonnes à l'heure; la courroie avait 0 m. 51 de largeur.

Le conveyeur peut élever les matériaux sur une inclinaison de 26 degrés, il en existe des exemples en Amérique (the Windsor Cement Mills, à New Brighton, Staten Island).

CUBA.

L'exposition de Cuba se trouvait tout entière dans l'aile droite du Trocadéro. Elle a été faite sous les auspices de la Commission des États-Unis, dont elle était une dépendance.

La section cubaine ne pouvait guère avoir d'intérêt que comme exposition d'échantillons minéralogiques indiquant les ressources minérales de cette île. Aucune mine n'est exploitée sérieusement. Les gisements sont relativement nombreux et les collections de spécimens envoyés, malheureusement, n'ont pas fait ressortir suffisamment ce fait.

Les gisements d'asphalte (Motembo, Cardeñas), de charbon (Santiago), de cuivre (Matanzas, Puerto Principe, Santiago) et de fer (Santiago) sont les plus nombreux. Les exposants ont surtout envoyé des échantillons d'asphalte.

La Compagnie de ciment Portland L'Almendares (La Havane). — Exposait des pierres de calcaire fin et de l'argile rouge qu'elle emploie pour ses ciments.

La Spanish American Iron C° (Santiago de Cuba). — Exposait du minerai de fer des mines de Daiquiri, avec des photographies de ces mines. En 1897 cette Compagnie a exporté 200,000 tonnes de minerai environ. Le minerai est de l'hématite brune de bonne qualité, convenant particulièrement au convertisseur Bessemer. Cette Compagnie a relié ses mines à la baie de Daiquiri par un chemin de fer.

Escuelas Pias de Guanabacoa. — Exposaient des pierres calcaires diverses pour la construction et des minéraux nombreux et assez intéressants, savoir :

Quartz, calcédoine, quartz résinite, jaspe, silice, glauconie, chromate de fer, blende, philippsite, chalco-pyrite, feldspaths, talcs, serpentine, amphibole, diorite, pétrosilex et succin.

M. Villa (Carlos), à Cardeñas. — Exposait de l'asphalte obtenu en draguant la baie de Cardeñas.

M. Cadenas (Manuel), de Puerto Principe. — Exposait des échantillons d'asphalte.

M. Moreno (Francisco), de Mayajigua. — Échantillons d'asphalte de la mine Desengaño a Jatibonico.

M. Rojas (P.), à Remedios. — Asphalte.

Enfin, **M. Cueto et C°**, à Cardeñas. — Exposait du naphte des mines de Motembo, très pur.

GRANDE-BRETAGNE.

L'exposition anglaise se trouvait dans le Palais des mines du Champ de Mars au premier étage et au rez-de-chaussée alors que les colonies anglaises exposaient dans leurs propres pavillons du Trocadéro.

Nous examinerons les expositions des colonies après celle de la Grande-Bretagne proprement dite.

C. F. E.

Un fait saillant à signaler dès le début a été l'abstention à peu près complète des charbonnages anglais. Fait regrettable de toutes façons et en particulier au point de vue du haut intérêt qu'aurait présenté une exhibition méthodique sérieuse de ces importantes mines et de leur matériel.

Exposition du «Home Office». — Le «Home Office» (Département des mines) avait organisé une exposition générale comprenant des statistiques et des échantillons divers :

a. Nous signalerons d'abord une série de tableaux statistiques donnant les productions de fer et de houille depuis 1874 avec diagrammes figuratifs. Un autre diagramme indiquait par année le nombre des ouvriers employés dans les mines, au fond et à la surface. En 1874 et en 1899, les chiffres étaient les suivants :

	INTÉRIEUR.	SURFACE.	TOTAUX.
1874	460,000	120,000	580,000
1899	603,627	160,539	764,166

Les tableaux les plus étudiés étaient relatifs aux accidents de toute sorte survenus dans les mines depuis 1874. Nous reproduisons ces diagrammes qui sont très intéressants à comparer avec les résultats obtenus dans d'autres pays (fig. 61, 62 et 63). Les accidents y sont rangés par année dans l'ordre suivant :

1° Grisou ou poussière de charbon (explosions dues à);
2° Éboulements ;
3° Dans les puits;
4° Intérieur, causes diverses;
5° Surface.

Un coup d'œil rapide montre que les mesnres prises ont réduit surtout les accidents d'explosions. En 1889 et en 1899, on constate les différences suivantes dans les proportions pour 1000.

	1889. p. 1000.	1899. p. 1000.
Explosions	0.28	0.089
Éboulements	1.01	0.755
Puits	0.19	0.138
Divers (intérieur)	0.64	0.427
Surface	1.11	0.754

Si nous comprenons d'une façon générale tous les accidents des mines, la proportion p. 1000 est passée de 1.49 en 1891 à 1.587 en 1894 pour descendre à 1.27 en 1898 et 1899. Il y a donc progrès réels accomplis. Les diagrammes montrent que seule la moyenne des accidents à l'extérieur (surface) reste à peu près constante, comme allure générale.

b. Cartes montrant la distribution générale des minéraux en Angleterre.

c. Collection des rapports annuels des inspecteurs des mines. C'est dans ces rapports

que l'on peut retrouver les statistiques que nous ne reproduisons pas ici. On les retrouvera dans notre première partie. Nous signalerons un rapport spécial sur les accidents

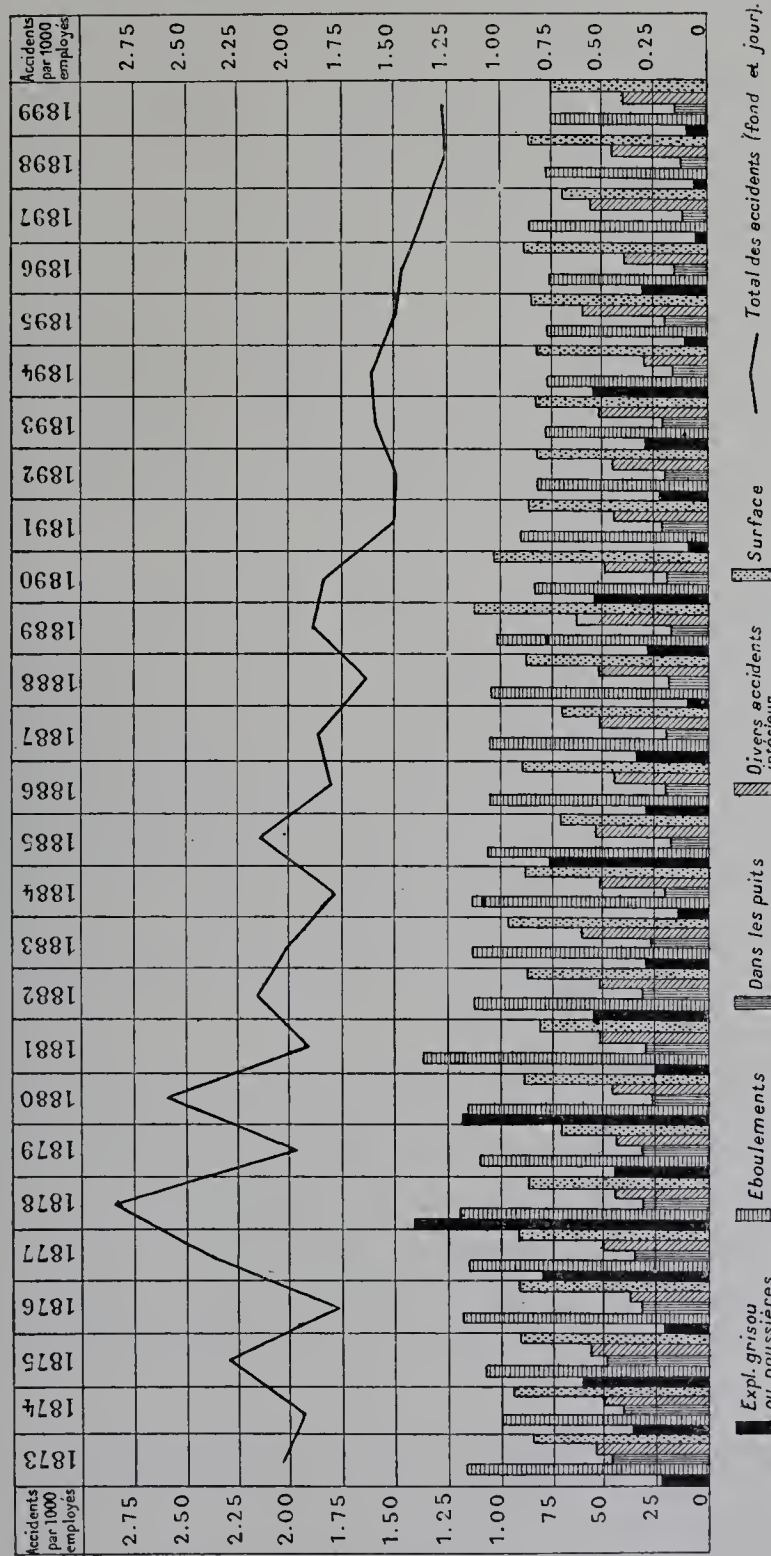


Fig. 61. — Diagramme des accidents mortels survenus dans les mines anglaises de 1873 à 1899, pour 1,000 personnes employées.

dans les mines et une étude statistique de M. Ch. Le Neve Foster sur les productions minérales des différents pays du monde (1894).

d. Collection d'échantillons minéraux illustrant la production minérale de la Grande-Bretagne et provenant des principales mines anglaises.

e. Collection des différentes lampes de mine utilisées en Angleterre. On a pu constater que les modèles les plus utilisés sont les suivants :

1° « Deflector lamp », lampe dans laquelle un anneau qui entoure la flamme active la combustion et produit plus de lumière. Environ 100,000 lampes en usage.

2° « Teale's protector lamp », lampe à essence de pétrole. La lampe ne peut être dévissée sans être éteinte. Environ 165,000 en usage. Ces deux modèles sont construits par la maison W. E. Teale and C°, à Swinton (Lancashire).

3° La « Cambrian », lampe cuirassée à deux tamis de MM. Thomas et Williams, à Aberdare. Environ 100,000 en usage.

4° La « Best safety lamp » à fermeture automatique, ouverture par électro-aimant; allumage électrique. Lampe à pétrole à cheminée intérieure de verre. Environ 34,000 en usage. Construite par MM. Ackroyd and Best, à Morley (Yorkshire).

Nous citerons aussi la lampe Marsaut (environ 20,000) et la nouvelle lampe électrique *Sussmann,* construite par la « Sussmann Electric Miner's Lamp C° », de Londres. Il y a environ 4,700 lampes utilisées en Angleterre, en Belgique et en Australie. Nous en parlerons ultérieurement.

Cette exposition avait été organisée par M. W. Ware de la Section des statistiques minérales du « Home Office ».

Département des explosifs. — Ce département exposait un modèle réduit de l'appareil employé pour expérimenter les explosifs en usage dans les mines de charbon; appareil construit et utilisé à Woolwich par l'État. Les expériences s'effectuent en faisant exploser la substance dans un long tube horizontal métallique rempli du mélange gazeux voulu ou, pour les poussières, dans un tube vertical où un ventilateur insuffle la poussière de charbon. — C'est ce département qui arrête la liste des explosifs autorisés.

Hardy Patent Pick Company, à Heeley (Sheffield). — Cette compagnie exposait une série d'outils employés dans les mines. Nous citerons entre autres ses pics à manches démontables, ses perforatrices à main, ses broyeurs à roues dentées ou à palettes, ses cribles-vibromoteur, son lavoir à charbon système Elliott; enfin sa *perforatrice à air comprimé.* Cette dernière donne 750 coups à la minute, et pèse 100 kilogrammes. La distribution se fait par tiroir cylindrique différentiel automatique. Elle est assez employée en Angleterre, dans le Nord de la France et en Belgique. Nous en reparlerons.

Holman brothers, à Camborne (Cornwall). — La maison Holman brothers exposait un certain nombre d'appareils de mines parmi lesquels on remarquait principalement une machine d'extraction et une perforatrice.

Machine d'extraction. — Cette machine a pour caractéristique une disposition particulière qui permet d'obvier aux difficultés qui se présentent pour l'enroulement des câbles dans le cas d'exploitation à grande profondeur. Pour obtenir l'enroulement régulier et normal, on a employé un tambour cylindrique de petit diamètre qui se déplace dans le sens de son axe au fur et à mesure que se produit la manœuvre du câble, de sorte que

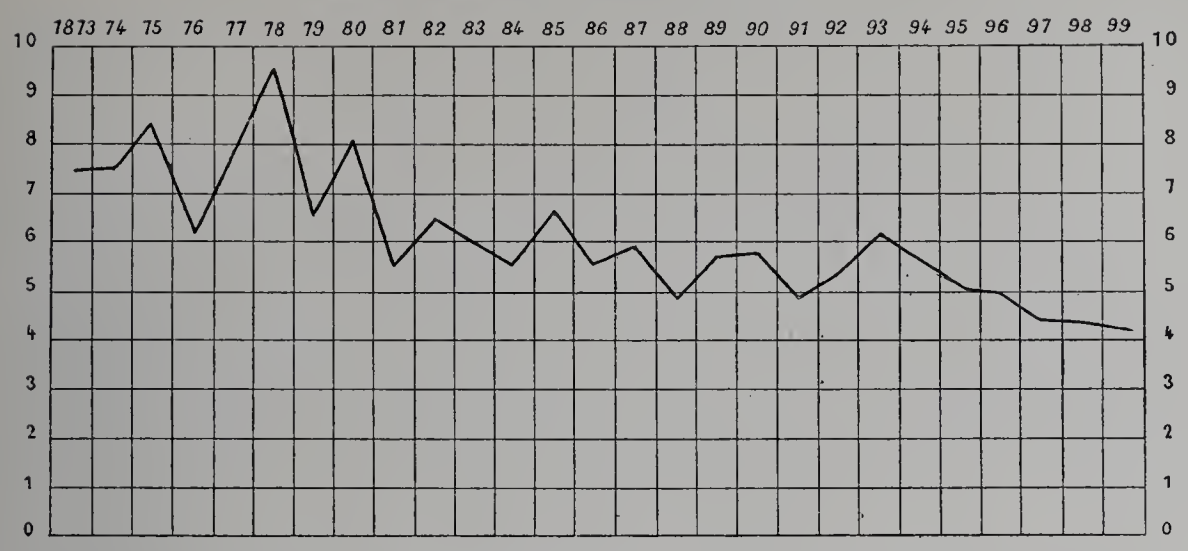


Fig. 62. — Diagramme des accidents mortels dans les mines anglaises, par million de tonnes extraites.

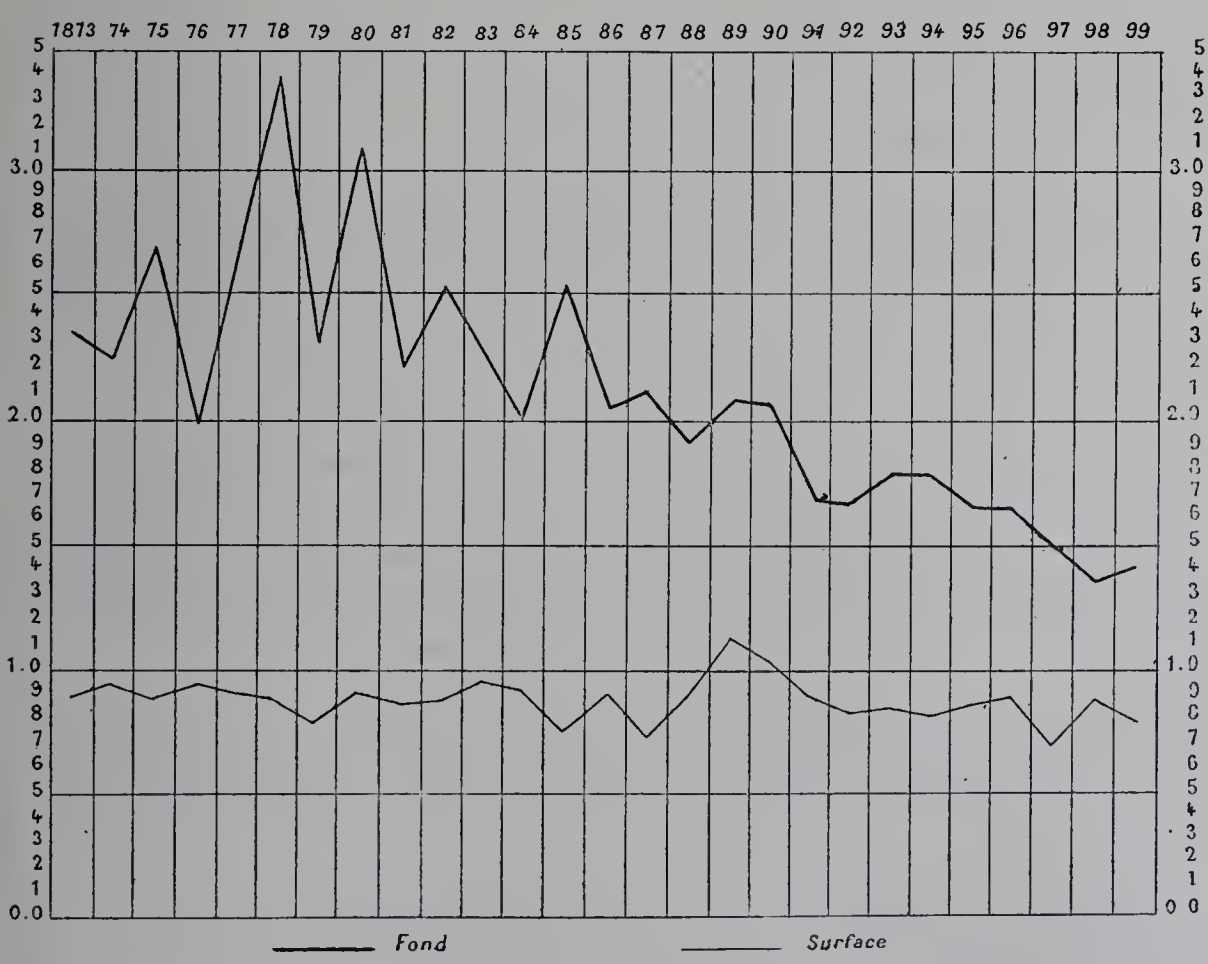


Fig. 63. — Diagramme des accidents mortels dans les mines anglaises, par 1,000 personnes employées, au fond et à la surface.

celui-ci reste à chaque instant dans le plan de la gorge de la molette. La machine adoptée pour les mines de Dolcoath, en Angleterre, est construite pour la profondeur de 915 mètres et emploie 1000 HP; les cages chargées pèsent 6 t. 750. La

force absorbée par le mouvement de la partie mobile, châssis et tambour, absorbe environ 5 HP.

Nous verrons en détail la construction de cet appareil plus loin, et en particulier le tuyautage articulé amenant la vapeur au moteur.

Perforatrice. — La perforatrice « The Cornish » construite par la maison Hollman est mue par l'air comprimé. Le tiroir de distribution est actionné par un taquet oscillant commandé par un renflement de la tête du piston. L'avancement se fait à la main. Le montage peut se faire sur trépieds, colonnes, etc. Comme caractéristiques, la perforatrice de 89 millimètres perce un trou de 0 m. 30 en une minute dans du granit dur, avec fleuret de 1 pouce 3/4 (4 cm. 46). Elle pèse (appareil démonté) 133 kilogrammes et peut forer 6 mètres de profondeur. Elle absorbe 8 HP 1/2.

G. Cradock and C°, à Wakefield. — Cette maison exposait des câbles à fils d'acier très usités et très connus. Nous citerons particulièrement ses câbles « Langslay » dont les torons sont disposés de telle sorte que chacun des fils prenne appui sur les poulies sur le plus de longueur possible. L'usure est mieux répartie et le câble dure plus long temps.

Leurs usines emploient 400 ouvriers.

Bickford, Smith and C°, à Tackingmill (Cornwall), exposaient des mèches et appareils divers parmi lesquels nous citerons : des mèches de mines imperméables, des pistolets pour allumer les mèches dans les mines grisouteuses, et un allumeur chimique (action de l'acide sulfurique sur du chlorate de potasse).

Rigg, James, à Londres, exposait un modèle réduit de culbuteur à force motrice ou mû simplement par la gravité. Ce culbuteur est oscillant. Le wagonnet entraîné se vide en évitant la chute du combustible et par conséquent sa casse et la formation de menu ou de poussière. Un modèle assez répandu est le modèle de culbuteur oscillatoire avec crible. Le rendement en gros charbon est assez important.

Cooke and Sons, limited, à Sheffield. — Maison fabriquant des câbles d'acier pour mines ou tramways aériens. Elle exposait aussi quelques ferrures spéciales pour chevaux dans les mines.

Robey and C°, limited, Globe works (Lincoln). — Cette maison exposait un certain nombre de machines de mines, entre autres une machine d'extraction, un concentrateur, une batterie de dix pilons.

Ce matériel ne présentait rien de particulier.

Ackroyd and Best, limited, à Morley (Yorkshire). — Fabrique de lampes de mines et d'accessoires; elle exposait quelques types de ses lampes parmi lesquels la lampe

« Best » nouveau système. Cette lampe brûle de l'essence. Ses caractéristiques sont les suivantes :

a. Fermeture automatique par une goupille qui ne peut être retirée que par un électro-aimant puissant.

b. Allumage électrique.

c. Ne peut être fermée que si les toiles métalliques sont mises en place.

Ces lampes peuvent être rallumées dans la mine par un petit appareil électrique à batterie d'accumulateurs.

Cette maison construit aussi des appareils de remplissage et de nettoyage des lampes.

COLONIES ANGLAISES.

CANADA.

Le Canada avait exposé dans son pavillon particulier. Son exposition avait un caractère tout à fait collectif et comprenait une série très nombreuse et très intéressante de minerais et de minéraux divers, d'échantillons d'huiles minérales, etc., réunis par les soins de la Commission du Canada à l'Exposition de Paris.

D'autres collections systématiques étaient exposées par :

a. Les Services géologiques, à Ottawa;

b. Le bureau des mines d'Ontario;

c. Le département de colonisation et mines de Québec;

d. Le département des mines de British Columbia;

e. Le département des travaux publics de Nouvelle-Écosse.

Ces services avaient envoyé des travaux, des rapports et cartes géologiques très intéressants et que nous regrettons de ne pouvoir analyser. Nous citerons entre autres une étude avec carte géologique sur les gisements aurifères de la Nouvelle-Écosse de M. E. R. Faribault. — De même une étude avec modèle en bois avec coupes transversales du district de Goldenville.

Il nous est impossible d'énumérer tous les échantillons intéressants qui figuraient dans cette exposition collective, nous citerons les plus intéressants.

Canada Copper C°, à Sudbury (Ontario), qui exposait des minerais de nickel. Les mines de cette compagnie sont les seules exploitées actuellement. Le minerai est un mélange de pyrrhotine et de chalcopyrite empâtées dans une diorite. La teneur métallique est en moyenne de 2.5 p. 100 de nickel et 2.5 à 3 p. 100 de cuivre.

Canada Iron Furnace Company limited, à Montréal, possède le droit de mines sur plus de 100,000 acres dans les districts de Champlain, Saint-Maurice, Trois-Rivières, Vaudreuil, Chantilly, Joliette, etc.; les terrains comprennent des dépôts importants de

formation aqueuse. Ces dépôts sont surtout exploités au Lac à la Tortue où une drague en extrait 50 tonnes par jour. Le minerai est en général à très basse teneur en soufre et en phosphore.

Cette compagnie exposait des échantillons de ces minerais, limonites, etc.

Nova Scotia Steel Company, à New-Glasgow. — Cette compagnie, formée en 1895 au capital de 5 millions de dollars, produit 150 tonnes d'acier par jour. Elle emploie divers minerais tels que des hématites de Torbrook (gisement très important) à 54.82 p. 100 de fer métallique, 1.25 p. 100 de phosphore et 0.04 de soufre; des hématites rouges de Terre-Neuve à 54 p. 100 de fer, 0.71 de phosphore et 0.03 de soufre; des limonites de Pictou County à 53 p. 100 de fer.

Orford Copper Company, à New-York City. — Cette compagnie exposait des chalcopyrites et pyrrhotines (nickelifères). La mine est de découverte récente, près de Sudbury.

Montréal London Gold and Silver development Company, à Montréal, exposait des échantillons de quartz aurifère provenant de la mine Dufferin (Halifax County). On exploite à cet endroit une série de «filons-selles» superposés, sur un dôme anticlinal à pentes raides. Les veines du premier filon sont exploitées à une profondeur moyenne de 150 pieds.

Royal Mining C° limited, à Londres, avait envoyé des échantillons de chalcopyrites aurifères venant de la mine Le Roi, West Kootenay. Cette mine est une des plus importantes de la Colombie anglaise. Le minerai est caractéristique du district de Trail Creek. En 1899 on a extrait 92,000 tonnes. La valeur à la tonne varie entre 12 et 30 dollars (60 à 150 fr.).

Dominion Coal Company, à Glace Bay (Cap Breton). — Cette compagnie exposait des échantillons divers de houille (bitumineuse) provenant de ses mines. Elle exploite neuf mines du bassin de Sydney. Elle figure pour 50 p. 100 dans la production de la Nouvelle-Écosse. Elle a des concessions houillères sur 70 milles carrés. Ses mines ne sont pas grisouteuses. Parmi ses mines on peut citer : la houillère Calédonia (300,000 t.), couche de 2 m. 13; la houillère Dominion (270,000 t.), couche de 2 m. 44; la houillère Réserve (300,000 t.), couche de 2 m. 50, c'est la plus importante; enfin deux autres produisant respectivement 115,000 et 130,000 tonnes.

New Vancouver Coal Mining Company, à Vancouver. — Exposait des houilles de Southfield, de Nanaimo County. Ces gisements sont au sud-est de l'île de Vancouver. La couche exploitée a de 1 m. 80 à 3 m. 75 de puissance. La houille contient 30 p. 100 de matières volatiles.

General Mining Association of Sydney Mines, au cap Breton. — Exposait des houilles du bassin de Sydney.

Cette compagnie exploite les houillères Sydney où elle travaille un filon de 1 m. 55 de puissance. Elle produit 300,000 tonnes annuellement. La houille contient 31 p. 100 de matières volatiles environ.

Le bassin de Sydney est très important et une partie des couches exploitées s'étend sous l'Océan.

MM. Jack and Bell, à Halifax (Nouvelle-Écosse), qui exposaient des pépites d'or du district de Montagne, comté d'Halifax.

Dans ce district on exploite plusieurs veines interstratifiées sur les pentes nord et sud d'un dôme anticlinal de 2,250 mètres de longueur sur 700 mètres de large. Plusieurs des veines plongeant au sud ont donné un minerai très pur et très riche. Le district rend actuellement 40,000 onces d'or d'une teneur moyenne de 160 francs à la tonne. Les roches aurifères sont en grande partie des quartzites (étage inférieur) et des schistes (étage supérieur).

Wassan Gold Mining Company limited. — Minerais d'or.

Crow's Nest Pass Coal Company, à Fernie (Colombie anglaise). — Cette compagnie exposait des houilles diverses et des échantillons de coke.

Les terrains houillers de Crow's Nest Pass sont situées dans la partie est de la province de la Colombie anglaise. Ils commencent à prendre de l'importance depuis la construction récente d'une ligne de chemin de fer qui les traverse. Ce bassin crétacé est assez étendu. On a reconnu quinze couches exploitables dont deux ont 4 m. 10 et 9 mètres d'épaisseur.

La principale houillère de cette Compagnie est à Coal Creek; on y exploite deux filons de 1 m. 80 et 1 m. 95 de puissance. Elle possède une batterie importante de fours à coke à Fernie.

Union Colliery Company, à Comox (Colombie anglaise), exposait des combustibles de ses mines, ainsi que du coke. Les terrains houillers de Comox sont assez étendus; ils renferment, à la houillère Union, dix couches dont la puissance totale représente 8 m. 70; la plus puissante a 3 mètres. Ce combustible contient 27 p. 100 de matières volatiles (crétacé).

Walker Mining Company, à Buckingham (Québec), exposait du graphite de Labelle County.

La plombagine s'y trouve dans du gneiss, souvent transformé en gneiss graphitique. On y trouve aussi des filons de graphite pur coupant la formation. Les roches associées sont des gneiss et des roches ignées telles que des granits et des gabbros.

Windsor Salt Company, à Windsor (Ontario). — Échantillons divers de sel.

Cette compagnie exploite quatre couches de sel à la profondeur de 500 mètres. La puissance totale est de 110 mètres, la couche principale a 75 mètres. L'exploitation par l'eau salée est très bien installée, l'évaporation des eaux de dissolution se fait dans le vide.

Coleraine Chrome Manufacturing C°, à Montréal, exposait du minerai de fer chromé de Mégautic County, province de Québec. Ces minerais se trouvent dans la lisière de serpentines des cantons de l'est de cette province. Ils ont une teneur (échantillons exposés) de 56 et 65 p. 100 d'acide chromique et 21 et 27 p. 100 de fer.

Keystone Graphite Company, à Grenville (Québec), exposait des échantillons de graphite brut et préparé, de Argenteuil County, province de Québec. Dans le canton de Grenville, le graphite se trouve dans des calcaires cristallins qui caractérisent les séries de gneiss de ce district.

Mac Machine Company, à Belleville (Ontario), exposait une perforatrice pour mines.

Cette perforatrice à air comprimé ou à vapeur possède une distribution à cylindre libre (bobine). La course du piston peut varier de 1 à 7 pouces (2 centim. 5 à 17 centim. 5).

Cette perforatrice peut être disposée sur trépied ou colonne. Nous n'avons pas de données sur le travail effectué.

Canadian Peat fuel Company, à Toronto (Ontario), exposait des spécimens de tourbe brute et préparée. Cette compagnie possède de très importantes tourbières dans les cantons de Humberstone et Wainfleet, le long du canal d'alimentation du canal Welland.

Eustic Mining Company, à Eustic (Québec), exposait des échantillons de pyrites de cuivre de cette province.

Telles étaient les principales expositions dans la collectivité canadienne. Nous devons toutefois citer encore l'exposition des pétroles canadiens et en particulier celle de la **Imperial Oil Company**, de Sarnia (Ontario), qui a englobé toute l'industrie du pétrole de la région de Petrolia et d'Oil Springs. Ces deux régions ont environ 8,600 puits exploités; elles donnent mensuellement 45,000 et 12,000 barils par mois. Les autres gisements de Bothwell (300 puits), Euphémia, etc., sont aussi exploités, mais sont de moindre importance.

La valeur annuelle de l'industrie pétrolifère canadienne peut s'évaluer actuellement à 10 millions environ.

INDES.

L'exposition du gouvernement des Indes se trouvait aux deux étages de la galerie nord-ouest du « Palais impérial » dans le pavillon indien des jardins du Trocadéro.

C'était une exposition collective comprenant non seulement une série intéressante d'échantillons de minéraux divers, mais aussi des rapports et des cartes provenant des travaux du Service géologique des Indes. Le tout avait été organisé par M. T. R. Blyth de ce service.

Il serait difficile de rendre compte en détail d'une exposition de ce genre, nous nous contenterons d'en donner une idée rapide en nous attachant aux points principaux.

En particulier, nous devrons citer les ouvrages du *Service géologique* des Indes depuis 1851, année où il fut fondé par le Dr Thomas Oldham, précédemment directeur du Service géologique d'Irlande.

Les cartes exposées comprenaient entre autres la carte géologique générale de l'Inde au 1/2,027,520 (1 pouce égale 32 milles) établie en 1881 et mise à jour en 1892.

Cette carte porte un index très instructif donnant les gisements des minéraux utiles et les productions correspondantes.

C'est ainsi que nous relevons les gisements suivants :

	PRODUCTION.
Or :	
Madras, à Mysore (1892)	163,000 onces.
Charbon :	
Assam, à Meekum (1889)	116,000 tonnes.
Belutchistan, à Khort (1893)	13,000
Bengal à :	
Ranigary et Barakor (25 mines) [1892]	1,620,000
Karharbari et Giridih (4 mines) [1892]	578,000
Central India, à Umaria (1892)	88,000
Provinces centrales, à Wasora (1892)	117,000
Godavery (Vallée du), à Singareni (1892)	160,000
Punjab, à Daudot (1892)	75,000
Fer :	
Bengale, à Ituri (1892)	10,000 tonnes.
Inde centrale, à Kirwaz.	
Provinces centrales, à Lahora-Dewalgoon et Iunjwali.	
Madras, quelques gisements.	
Étain :	
Bengale et Burma.	

Pétrole :

Assam, à Lakimpour (1892)	17,000 gallons.
Belutchistan, à Khaltan (1889)	40,000
Burma, à :	
Akyab (1889)	60,000
Kyoukpyn (1889)	15,000
Yehangyoung (1891)	2,793,000
Pakokku (1890)	167,800
Punjab, quelques gisements.	

Manganèse :

Provinces centrales : Gosalpur.

Nous avons remarqué aussi les coupes géologiques du bassin houiller de Giridih. Ce bassin appartient au Gondwana inférieur (permo-triasique). Les couches sont assez épaisses et atteignent quelquefois 35 pieds (10 m. 50).

Ces gisements du Bengale sont les plus exploités.

Parmi les échantillons exposés se trouvaient des spécimens de houilles du Bengale et de coke en provenant.

Sur 145 mines exploitées, il y en a 128 qui se trouvent dans le Bengale. La production totale de l'Inde, en 1898, s'est élevée à 4,600,000 tonnes.

Parmi les échantillons exposés, nous relevons des minerais divers, en particulier des minerais de *fer* (hématite, limonite, magnétite et argile ferrugineuse), de l'*or*, dont la plus grande partie vient des placers de Mysore (production de l'Inde en 1899 : 448,000 onces); quelques échantillons de «quartz bleu» aurifère de cette région étaient remarquables par leur haute teneur en métal précieux ; du *manganèse* (Gosalpar).

Enfin on remarquait un série complète de pierres diverses d'ardoises, de mica, etc. Nous citerons comme curiosité un spécimen curieux d'itacolumite ou grès flexible, de Kabana (Pendjab), provenant de la décomposition de quartzites.

CEYLAN.

L'exposition de Ceylan, dans l'«Imperial Court», consistait en échantillons des principales exploitations minières de l'île, plombagine, pierre à chaux, cristal de roche et mica.

La plombagine se trouve en abondance dans les provinces du sud et de l'ouest, de Sabaragamuwa et du nord-ouest. On l'exploite par puits dont quelques-uns atteignent 300 mètres. Il en existe 1,500 à 1,600 dans l'île servant à une exploitation d'ailleurs très irrégulière et dépendant de l'abondance plus ou moins grande des pluies et de l'état du marché de la plombagine.

En 1898, on a exporté pour 11,479,000 francs.

Les deux pays qui importent le plus sont l'Allemagne et la Belgique. Parmi les exposants de graphite, nous citerons :

The Battersea Crucible Company limited, de Londres. — Échantillons dont l'un pesait 200 kilogrammes environ.

Orient Company, à Colombo; **M. de Silva (L. B.)**, à Colombo; **M. A. J. R. de Soysa**, à Colombo. — Échantillons dont l'un atteignait 250 kilogrammes.

MM. Darly, Butler et Cie, et **M. H. B. Fernando**, à Colombo.

MM. Delmege, Forsyth et Cie; W. A. Fernando; Jacob de Mel; U. D. S. Gunasekara et Cie; Clark Young et Cie, à Colombo.

On remarquait aussi des échantillons intéressants de mica, qui se trouve en grande quantité dans les provinces du centre et généralement mélangé à la plombagine. Il n'est pas encore exploité en grand.

AUSTRALIE OCCIDENTALE.

L'exposition de l'Australie occidentale se trouvait dans une aile spéciale de l'« Imperial Court ». Elle consistait principalement en une exposition collective des mines d'or de ce gouvernement, exposition des plus remarquables.

M. Holroyd (A. G.), qui l'avait organisée, avait d'abord été chargé de réunir des spécimens de minerais d'or par la Commission de l'Exposition de Coolgardie (Australie occidentale) en 1899. C'est cette collection, augmentée depuis, qui figurait à l'Exposition. Mis en rapport avec toutes les mines, M. Holroyd a réuni des échantillons pour près de 60,000 livres sterling (valeur en or contenu). Avec les échantillons prêtés par les mines, la valeur totale de l'exposition australienne se montait à environ 100,000 livres sterling (2,500,000 francs).

Cette exposition comprenait de l'or natif, des tellurures, sulfures, etc., puis quelques minerais de cuivre, de plomb et d'étain.

Nous parlerons seulement de l'exposition de l'or qui était très remarquable par la rareté et la beauté des échantillons exposés. Parmi ceux-ci, nous citerons :

1° Or natif en feuilles plus ou moins tourmentées, spécial au district de Peakhill;

2° Beaux échantillons de quartz très riche de la Nannine Gold Mine (Murchison). Les morceaux exposés représentaient près de 75,000 francs;

3° Dépôt d'or sur argile, trouvé dans une poche de quartz de Hill End Consols (Broad Arrow). Or très fin et très brillant;

4° Quartz aurifère dans de l'hématite rouge de Coolgardie nord;

5° Formation aurifère de North Coolgardie, d'apparence argileuse, veinée de brun et de vert;

6° Quartz très riche trouvé dans des terrains d'alluvions à Klondyke Gold Mine (Pilbara);

7° Échantillons d'or natif particulièrement intéressants :

a. Or de filon montrant des cristaux très nets en dendrite ;

b. Spécimen d'or natif en feuille de Coolgardie nord-est, valeur 2,500 francs ;

c. Or massif de filon, East Coolgardie (12,000 francs) ;

d. *La plus grosse pépite d'Australie* contenant 12 kilogr. 844 d'or et 2 kilogr. 300 de quartz, valeur 37,600 francs ;

e. Très curieuses pépites de Pilbarra en petites branches épineuses ;

f. Pépites d'alluvions dont une de nord-est Coolgardie, valant 15,975 francs (5 kilogr. 213).

Parmi les minerais aurifères, nous citerons les tellurures, sulfures, or oxydé et or natif de *Kalgoorlie*, comprenant quelques échantillons de formation aurifère avec or en poudre jaune (mustard). La Great Boulder proprietary Gold Mine exposait un splendide échantillon d'or « éponge » naturel présentant des cristaux extrêmement fins d'or pur. 30 à 35 kilogrammes de cet or furent trouvés dans cette mine en une seule masse dans un trou à 35 mètres de profondeur. Un autre échantillon analogue était exposé par la « Golden horseshoes Estates ». On voyait aussi de beaux spécimens de calavérite, sylvanite, pétrite, kalgoorlite (Au = 35 p. 100 ; Ag = 10 p. 100 ; Hg = 9 p. 100 ; Te = 46 p. 100) et coloradoïte.

Coolgardie exposait des quartz aurifères dont quelques échantillons de grande valeur (Baylay's United Gold Mines). D'autres échantillons illustraient les formations aurifères de Dundas, Broad Arrow, Mount Margaret, Murchison, etc.

Comme pépite curieuse, nous citerons la « Butterfly » ayant la forme très nette d'un papillon. Toute cette exposition était accompagnée de photographies des principales mines.

Ces minerais font bien ressortir la richesse considérable des champs d'or de l'Australie occidentale qui, découverts en 1892 par Bayley et Ford, arrivent à produire actuellement (1899) 1,643,000 onces d'or.

Les champs d'or reconnus de ce gouvernement ont une superficie qui s'élève à 324,000 milles carrés (839,000 kilomètres carrés). Il existe actuellement dix-huit champs d'or classés, parmi lesquels les quatre plus importants sont :

	PRODUCTION EN 1899.
East Coolgardie	855,000 onces.
Coolgardie	126,000
North Coolgardie	117,000
North-East Coolgardie	112,000

Ce district de Coolgardie est de beaucoup le plus important. Nous joignons à ce rapport une carte géologique de cette région (fig. 64) montrant la constitution du sol et la direction générale des dépôts, des reefs et les parties exploitées.

Une étude détaillée nous mènerait trop loin, quel que fût d'ailleurs son intérêt. Toutefois nous donnerons ici les grands traits géologiques établis d'après les rapports du Geological Survey.

En dessous des terrains d'alluvions rouges, sur le versant ouest de la ligne de sépara-

tion des eaux (nord-sud) se trouve un lit de granit traversant la région dans la direction du nord-ouest. A l'est de cette ligne au contraire, et partant de la limite du granit,

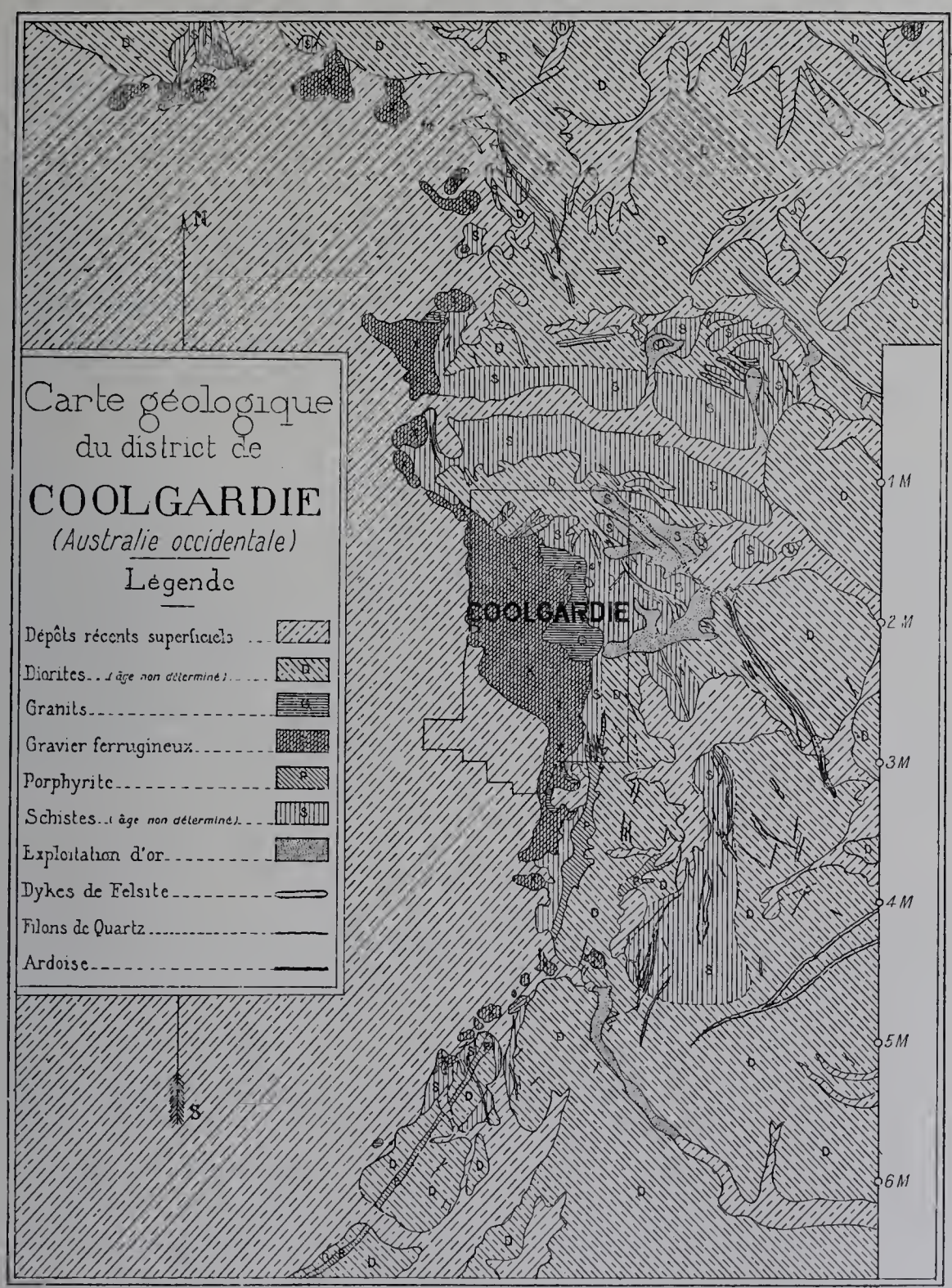


Fig. 64. — Carte géologique du district de Coolgardie (Australie occidentale).

plongeant de 30 à 60 degrés à l'est, se trouve un lit de hornblende très altérée et très ancienne et de schistes talqueux, à travers lequel on trouve des intrusions de diorites et de roches acides éruptives.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Ces intrusions suivent en général les schistes, quoique cependant, dans certains cas, elles traversent les couches sous des angles très variés.

Intimement associées avec la diorite et souvent inséparables d'elles, se trouvent des roches amphiboliques.

Près des dykes de roches éruptives se trouvent des couches de roches compactes ressemblant à l'ardoise et contenant souvent en abondance du fer et des pyrites arsenicales. Il semble que ces roches doivent provenir de l'altération des schistes et roches de hornblende.

Au-dessus du granit se trouvent les restes d'un vaste dépôt de gravier ferrugineux enlevé par l'érosion sauf dans les cavités du granit.

Enfin entre le granit et ce sable ferrugineux se trouve par places une couche de «conglomérat» de constitution particulière, analogue à celui de Kanowna, mais malheureusement inexploitable.

LA TRINITÉ.

Dans l'«Imperial Court» figurait aussi l'exposition de l'île de la Trinité consistant en asphaltes divers envoyés par la «New Trinidad Lake Asphalt C° limited».

Le lac d'asphalte de la Trinité a une superficie de 59 hectares et remplit un ancien cratère. Ce lac semble alimenté par des sources souterraines qui maintiennent le niveau constant malgré l'exploitation active (95,000 tonnes annuelles depuis trente-deux ans).

Les asphaltes sont transportés par câbles aériens au quai de chargement. La Compagnie possède en plus des raffineries et des habitations nombreuses. Elle emploie 1,000 ouvriers environ. Sa production fournit environ les quatre cinquièmes de l'asphalte employé dans le monde entier.

GRÈCE.

L'exposition grecque de la Classe 63 se trouvait autour du pavillon royal de Grèce de l'allée des Nations. Elle se composait presque exclusivement des envois de la Société française des mines du Laurium.

Les autres exposants étaient :

1° Le *Ministère des finances de Grèce,* représenté par quelques échantillons d'émeri de Naxos et de sel provenant de sources salées.

Il n'a pas encore été fait de lever géologique officiel du royaume; le sol grec est cependant des plus curieux au point de vue géologique. Mais le pays a été parcouru par des savants, surtout Allemands et Français, notamment par MM. Lepsius et Philippson, et par M. de Launay, professeur à l'École des mines de Paris, qui a publié dans les Annales des mines de l'année 1898 une étude de la Grèce et de l'Archipel, avec une bibliographie et un résumé des travaux antérieurs à son voyage en Égéide.

2° *La Société générale d'entreprises,* à Athènes, avait envoyé plusieurs morceaux de soufre natif, analogue au soufre sicilien et provenant des gisements des côtes est et

sud de l'île de Milos. Le soufre s'y trouve en effet à l'état natif depuis la baie de Provata jusqu'à celle d'Apollonion. Il est le produit de condensations de vapeurs sulfureuses passant à travers des roches trachytiques très acides. Même à l'heure actuelle, en plusieurs endroits, comme à Calamos et à Petromeni, la formation des amas sulfureux continue, et très souvent on aperçoit, sur la surface des rochers, aux endroits fendillés, de beaux cristaux de soufre. Le minerai se présente en amas successifs d'importance très variable et dont l'ensemble forme une ligne de direction sud-est. Les roches trachytiques voisines sont plus ou moins altérées par l'action des vapeurs sulfureuses, et, au contact des gisements, on rencontre très souvent dans ces roches une grande quantité de sable pyritique très fin, servant à guider les mineurs pour la découverte des amas de soufre.

Le soufre est en général compact, dur, et l'on doit employer la dynamite pour l'extraction du minerai, dont la teneur varie de 25 à 48 p. 100 de soufre pur.

L'exploitation du soufre à Milos est très ancienne. Dans différents endroits de l'île, on retrouve encore, principalement au sommet des collines, les travaux des Phéniciens. Ces travaux suivaient les affleurements au moyen de galeries à pente d'abord très prononcée, puis de plus en plus réduite, ce qui amena une exploitation beaucoup plus régulière et plus complète. La multitude de puits et de galeries creusés par les anciens forme un ensemble grandiose, dont les immenses débris couvrent les montagnes de l'île sur plusieurs milliers d'hectares.

Après les Phéniciens, l'exploitation fut continuée par les Grecs, les Romains, puis les Byzantins. On ignore l'époque exacte à laquelle elle fut arrêtée.

En 1859, au moment de l'apparition de la maladie des vignes grecques, maladie dont le meilleur remède était et est encore le soufre, plusieurs entrepreneurs commencèrent à extraire le minerai, en commençant par les parties visibles abandonnées par les anciens dans les souterrains, et qu'ils vendaient à gros bénéfice, après un grossier broyage, aux vignerons grecs et turcs. Par décret du 11 mai 1862, M. Basile Mélas obtint la concession de l'exploitation du soufre dans toute l'île; mais cette concession fut réduite à 14,423 hectares dispersés en dix groupes par décret royal du 12 juillet 1875. En 1876, M. Basile Mélas céda ses droits à MM. Victor et Michel Mélas; ceux-ci firent une exploitation sérieuse, mais au seul endroit de l'île appelé Firlingo; ils y occupaient 200 ouvriers pour une production annuelle de 2,000 tonnes de soufre pur. Le 10 mai 1890, MM. Victor et Michel Mélas ont vendu ces mines à la Société des travaux publics et communaux d'Athènes, qui les a exploitées jusqu'en août 1897, époque à laquelle elle les a louées à la Société générale d'entreprises d'Athènes, qui, depuis lors, a étendu les travaux à d'autres parties de l'île et a modifié l'exploitation. Au moment de la cession de 1897, on s'aperçut que le gisement de Firlingo était presque complètement épuisé; la Société générale d'entreprises fit alors procéder à des travaux de recherches dans différents endroits de l'île, travaux qui amenèrent la découverte des amas très importants de Palioréma.

L'extraction s'y fait maintenant par galeries débouchant au jour et où circule un

chemin de fer Decauville; à l'extérieur un câble aérien amène le soufre brut jusqu'aux fours; ceux-ci sont du système Doppioni. Actuellement, cinq sont en marche à Paliorema, et produisent par jour environ 5 tonnes de soufre pur ne contenant plus que 1 p. 100 de matières étrangères; mais la perte en soufre est très élevée : la teneur moyenne du minerai est de 35 p. 100 et on n'en retire guère que 20 p. 100. La dépense en combustibles est considérable; aussi la Société générale d'entreprises a-t-elle étudié un nouveau système de four, qui constituera un progrès sur le four Doppioni, puisqu'il permettra de retirer 30 p. 100 sur les 35 p. 100 de soufre du minerai; en même temps, la durée de la cuisson serait réduite de sept heures à quatre.

Le soufre obtenu à Paliorema est transporté par voie ferrée à Firlingo, où on le passe au broyeur Vapart.

La production actuelle est de 1,500 tonnes par an.

3° M. *Apostolidès Margaritis,* de Volo (Thessalie), avait expédié quelques blocs de chromate de fer titrant de 40 à 45 p. 100 d'oxyde de chrome. Ce minerai est vendu aux aciéries en blocs d'au moins 3 kilogrammes. La production annuelle est d'environ 5,000 tonnes, dont 2,000 sont achetées par l'Angleterre, 1,000 par la France et le reste surtout par l'Allemagne et la Belgique.

4° M. *Constantinis*, d'Athènes, avait exposé divers échantillons de l'émeri exploité au nord-est de l'île de Naxos, entre les villages Vothrin et Aspiranthos. L'émeri se trouve là en nombreuses masses lenticulaires dépendant de calcaires cristallins qui reposent sur des micaschistes. Ces lentilles ont une puissance variant de 5 à 50 mètres; elles sont presque toutes à la surface même du sol. L'émeri de Naxos, supérieur à celui de la Turquie d'Asie, contient de 76 à 77 p. 100 d'alumine pure et celui de Smyrne seulement de 55 à 60 p. 100. La production de Naxos a été de 6,350 tonnes en 1900; la majeure partie en est achetée par la France, où l'émeri est utilisé pour le polissage des outils d'acier, pour le rodage des glaces et des lentilles d'appareils d'optique, enfin pour la fabrication des papiers et des toiles à polir.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MINES DU LAURIUM (ATTIQUE).

Son exposition occupait tout le portique ouest du pavillon royal. Elle comprenait des plans et de nombreux agrandissements photographiques des principaux sièges d'extraction, des usines, du chemin de fer et du wharf d'Ergastiria. Des graphiques montraient les productions et les ventes annuelles de la société depuis sa fondation, et un grand plan des concessions, à l'échelle de 1/5000, était accompagné de diverses coupes[1], dont les teintes variées différenciaient les nombreux minerais et les terrains encaissant leurs gîtes.

En avant, une pyramide, formée de gros blocs de minerais de fer et de manganèse oxydé, donnait une idée de la masse que ces minerais peuvent atteindre. Sur des gradins,

[1] L'échelle des coupes était de 1/5000 pour les longueurs et de 1/2500 pour les hauteurs.

sous les plans et les photographies, s'étageaient les minerais plus menus, mais plus riches, de zinc et de plomb et les minerais mixtes, appelés BPG (blende-pyrite-galène).

Les produits usinés étaient exposés dans deux vitrines : la première montrait les différents minerais bruts; la seconde, les produits des phases successives des traitements mécanique (triage, lavage) et métallurgique (calcination, grillage, fusion). Ces vitrines étaient encadrées de deux pyramides de plomb d'œuvre, de mattes, de speiss et de fumées de plomb arsenicales (sous-produits). Le tout était complété par une courte notice, que nous allons résumer, en y ajoutant quelques renseignements fournis par le secrétaire général de la société.

Constituée à Paris, en 1875, la compagnie compte aujourd'hui vingt-cinq années d'existence.

A la suite de l'acquisition, en 1879, des concessions et de l'actif de l'ancienne Société Périclès, son capital a été porté de 13 millions et demi à 16,300,000 francs (32,600 actions de 500 francs).

Depuis lors, à diverses époques, la Compagnie a acquis, et payé avec ses propres ressources, divers gisements voisins de ses concessions, notamment ceux de Metalleftiki et Petmezas.

Elle a même, à des dates plus récentes, pris des participations importantes dans plusieurs entreprises minières, grecques ou autres.

La concession proprement dite de la Compagnie s'étend sur 6,500 hectares, dont le plan était joint à la notice publiée par la Compagnie.

Les gisements du Laurium sont constitués par une série de dépôts alternatifs de calcaires saccharoïdes et de schistes très compacts.

Le calcaire supérieur a été enlevé en partie par l'érosion.

Le minerai se rencontre surtout aux divers contacts. Le premier contact a pour toit le schiste supérieur et pour mur le calcaire moyen; le deuxième a le calcaire moyen au toit et le schiste inférieur au mur. Enfin, le troisième est compris entre le schiste inférieur au toit et le calcaire inférieur au mur. Les plus minéralisés sont ceux ayant pour mur le calcaire. Un sondage pratiqué au mur le plus bas, dans le calcaire, et poussé à 323 mètres, n'a pas rencontré de nouveaux contacts; il a reconnu seulement que ce calcaire inférieur devient de plus en plus dolomitique. La calamine existe dans tous les contacts, en amas de puissance très variable, ayant minéralisé le calcaire sur des épaisseurs qui atteignent parfois 100 mètres. Les minerais de plomb, oxyde ou carbonate, sont généralement aux contacts; c'est uniquement dans cet horizon que se trouvent les minerais sulfurés mixtes, formés de galène riche en argent, de blende, de pyrite et de chalcopyrite. Les minerais de fer et de manganèse se rencontrent en quantité considérable dans le calcaire moyen. Les minerais sont donc très variés, ainsi que le montre le tableau d'analyse ci-joint (page 222).

Divers centres d'exploitation ont été successivement créés et outillés pour l'extraction, le triage et le chargement des produits.

Fours de calcination, laveries, usine à plomb. — La plupart des produits de la mine doivent subir sur place un premier traitement d'épuration ou de séparation. Aussi la compagnie a-t-elle été amenée à construire successivement :

1° Des fours de calcination pour la calamine et les minerais de fer manganésifères-spathiques ;

2° Des laveries pour l'enrichissement des minerais pauvres et la séparation mécanique des éléments des minerais mixtes ;

3° Une fonderie de plomb, pour l'obtention du plomb d'œuvre.

Les fours de calcination pour la calamine sont au nombre de 13, dont un four à cuve pour le minerai gros et trois fours à réverbères pour les menus. Capacité annuelle de production : 30,000 à 40,000 tonnes de calamine calcinée.

Pour la calcination des manganésifères carbonatés gros, on a installé deux grands fours à cuves (40,000 tonnes par an) et, pour les menus, des fours à auges, d'un modèle spécial.

La première laverie a été installée en 1877, la dernière en 1896 ; les premières ont reçu des améliorations successives ; les trois laveries peuvent traiter maintenant chacune de 120 à 180 tonnes de minerai par jour. Les deux premières sont destinées à enrichir les minerais dont le broyage et la classification mécanique sont simples ; la troisième, plus moderne, a pour objet le traitement des minerais mixtes sulfurés.

L'usine à plomb, récemment, a été considérablement augmentée. Elle comprend une installation pour le grillage en cases, six grands fours à réverbères pour les galènes et une fabrique d'agglomérés pour les minerais ; elle est complétée par 12 fours de fusion, donnant chaque jour 25 à 30 tonnes de plomb d'œuvre à 2 kilogrammes d'argent par tonne en moyenne.

Ces divers ateliers consomment une force de 850 chevaux.

Transports. — Effectués d'abord par chars, ils se font de plus en plus par un chemin de fer à voie étroite (1 mètre), commencé en 1881 et rapidement développé depuis lors ; ses lignes relient actuellement aux établissements de Cypriano les principaux centres de production et aboutissent aux magasins d'embarquement et au wharf d'Ergastiria ; le chemin de fer est raccordé aussi à la ligne du Laurium grec et à celle de l'Attique. Au 31 décembre 1899, le matériel roulant comprenait 7 locomotives de 25 tonnes, construites par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, et 283 wagons à minerai. La longueur des voies est de 35 kilomètres. En 1899, le chemin de fer a transporté 730,000 tonnes de matières diverses. Un petit réseau à voie de 55 centimètres amène à la voie principale (1 mètre) les produits des districts non directement reliés, comme Mégala-Pefka, Soureza-Mercati. Le développement de ce réseau secondaire est de 7 kilomètres. L'appontement métallique d'Ergastiria, muni de deux grues à vapeur, les magasins à minerais et à combustibles et quelques annexes forment l'installation spéciale d'embarquement et de débarquement.

La compagnie peut charger ou décharger à Ergastiria au moins deux steamers à la

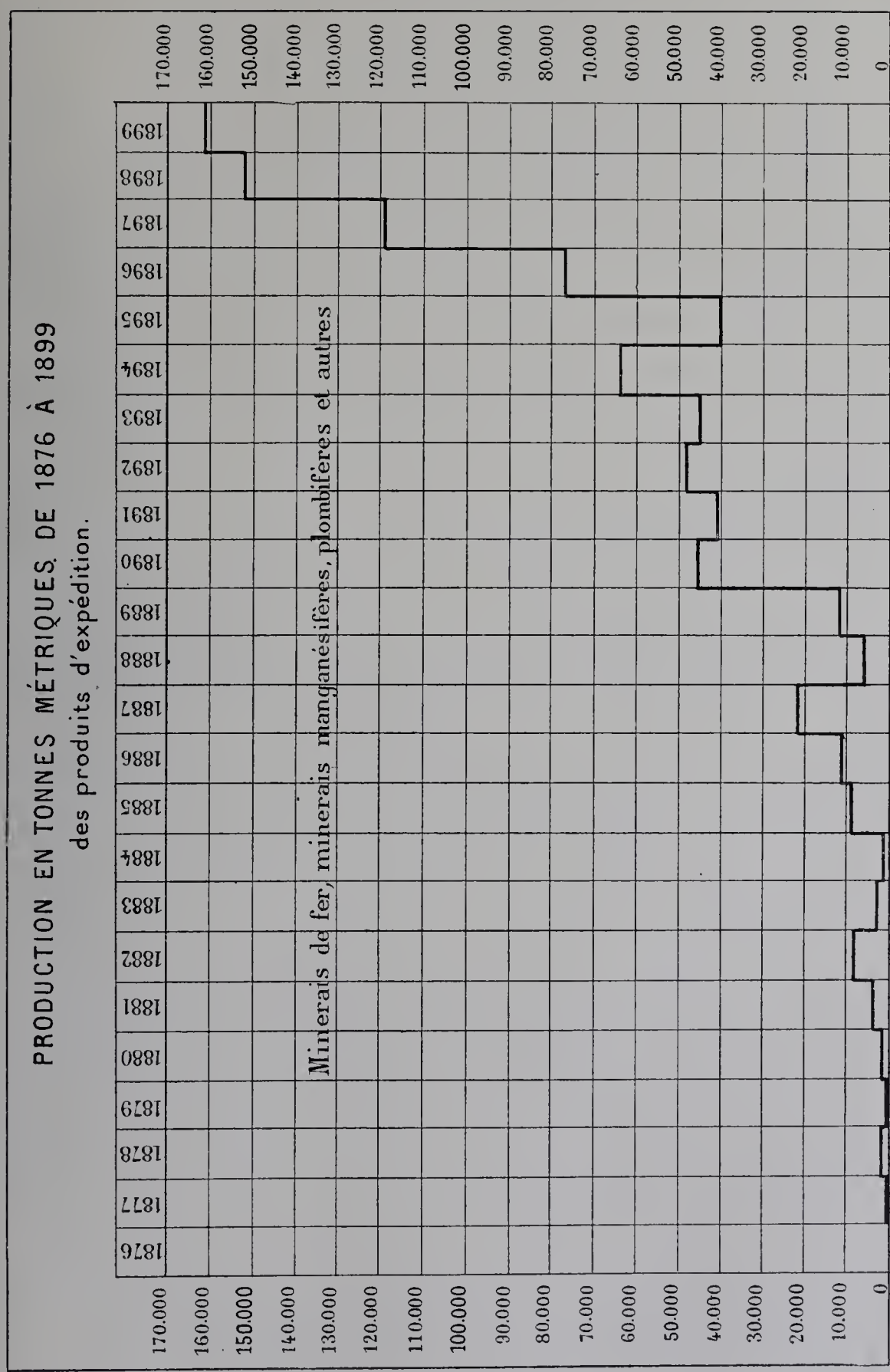


Fig. 65. — Graphique de la production en tonnes métriques de 1876 à 1899 des produits d'expédition.

fois et à raison de 1,000 tonnes par jour. En 1899, elle a chargé 72 navires d'un tonnage total de 179,000 tonnes et en a déchargé 19 de 35,000 tonnes.

Les bureaux sont installés à Cypriano, près des laveries et des fours, en même temps que les ateliers de réparation et de construction, le laboratoire, les magasins d'approvisionnement (de surface considérable), les écuries, remises, etc. Le téléphone relie tous ces établissements à une station centrale, qui reçoit les fils de 25 stations particulières. Le réseau téléphonique a un développement de 36 kilomètres; il sera prochainement relié aux bureaux athéniens (65 kilomètres). Les établissements de Cypriano et d'Ergastiria sont éclairés à l'électricité; les dynamos sont actionnées par deux machines compound de 40 chevaux chacune.

Production. — L'allure générale de sa courbe est croissante et l'extraction a presque atteint 360,000 tonnes en 1899. Les produits exportés sont :

1° calamine;
2° galène;
3° minerais de plomb oxydés et carbonatés;
4° minerais mixtes sulfureux (B P G);
5° minerais de fer;
6° minerais de manganèse et fer.

Les tableaux ci-joints indiquent par année la production en tonnes de 1876 à 1899 des divers minerais bruts et le montant des ventes (fig. 65, 66 et 67).

Personnel. — Actuellement il se compose de : 1 ingénieur-directeur, 22 ingénieurs et chefs de service ou d'atelier, 200 employés, 5,200 ouvriers. La compagnie loge une grande partie de son personnel et développe chaque année ses groupes de maisons ouvrières, qui forment actuellement les cinq villages de Cypriano, Camaresa, Plaka, Soureza et Dipsileza.

Caisse de secours. — Elle est administrée par un comité d'ouvriers, présidé par le directeur de l'exploitation; elle fonctionne depuis seize ans et se trouve alimentée par des dons, des allocations de la compagnie et les retenues sur les salaires; elle fournit les soins médicaux aux ouvriers et à leurs familles, ainsi que des secours et des pensions.

Quatre docteurs attachés à la compagnie assurent le service de santé; 1 hôpital et 2 pharmacies ont été installés à Thoricos.

Écoles. — Les écoles, soit de garçons, soit de filles, sont entretenues aux frais de la Compagnie, dans les principaux centres d'exploitation. Le nombre des élèves est de 500 (Français, Grecs et Italiens); on y enseigne ces trois langues.

Enfin, la compagnie subventionne une société musicale des mineurs appelée *l'Euterpe*.

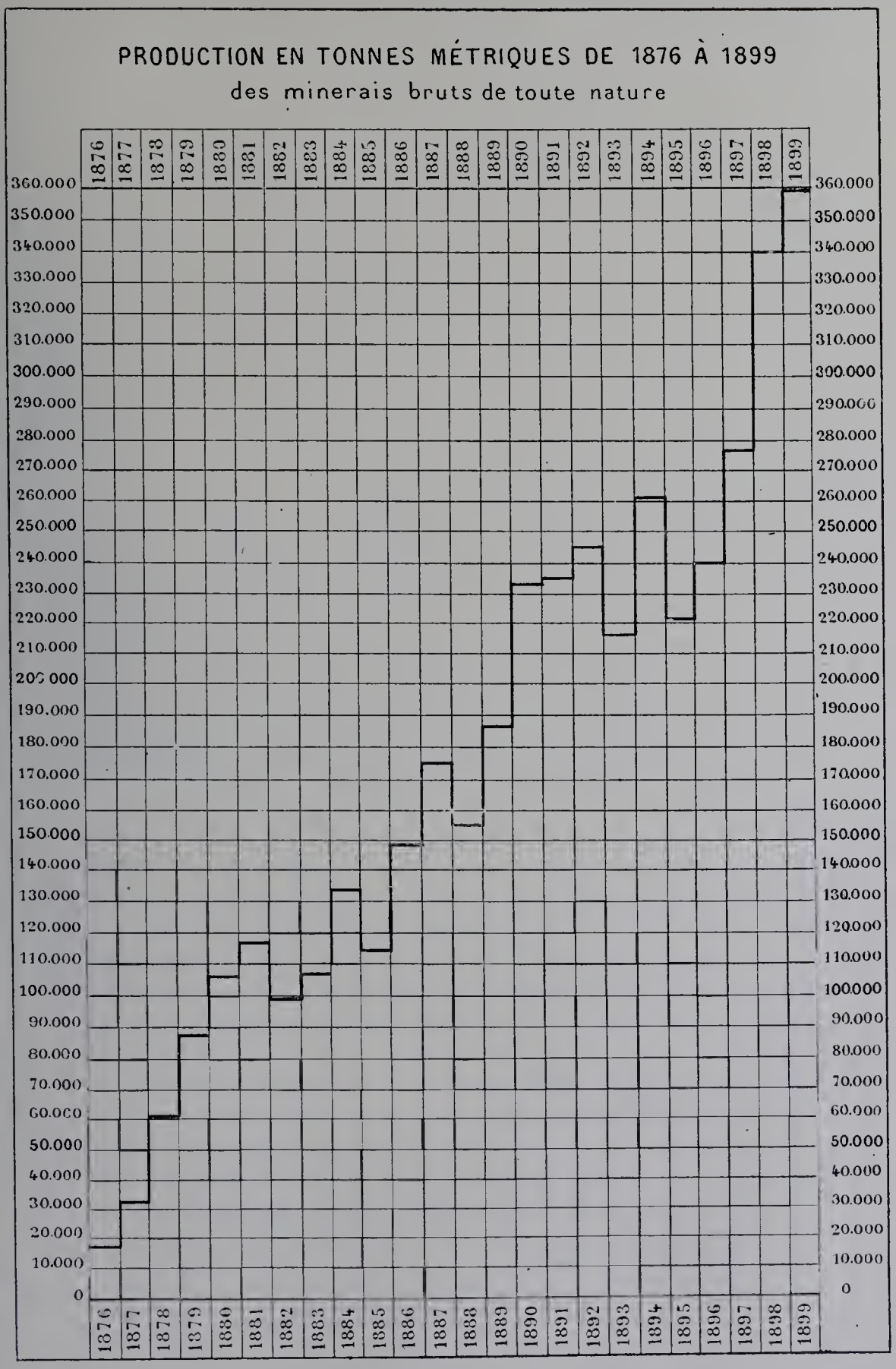


Fig. 66. — Graphique de la production en tonnes métriques de 1876 à 1899 des minerais bruts de toute nature.

ANALYSES DES DIVERS MINERAIS DU LAURIUM.

DÉSIGNATION DES MINERAIS.			ZINC.	PLOMB.	ARGENT.	SILICE.	FER.	MANGANÈSE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	CUIVRE.	ARSENIC.	SOUFRE.	PHOSPHORE.	ANTIMOINE.	OR.	CADMIUM.	FLUORURE DE CALCIUM.
Calamine calcinée..	I		50.80	4.86	0.008	7.12	0.64	1.08	3.68	8.33	0.40	0.10	0.80	0.24	"	"	"	0.16	"
	II	Villia	51.50	"	"	0.84	15.10	5.40	1.33	4.23	0.26	0.30	0.10	0.12	"	"	"	0.04	"
		Soureza	47.05	1.35	0.003	13.84	3.79	1.66	3.54	7.80	1.00	"	0.05	0.12	"	"	"	0.16	3.00
	III	Camaresa	32.30	0.15	0.0005	10.92	18.81	0.68	6.50	7.19	0.50	0.50	5.71	0.24	"	"	"	0.10	"
		Plaka	37.45	"	"	2.52	26.95	4.22	3.10	2.76	0.18	0.06	0.07	0.42	"	"	"	0.04	"
		Villia	30.90	"	"	2.32	32.34	4.91	4.40	4.77	0.15	0.05	0.20	0.08	"	"	"	0.06	"
	calcareuse IV		35.10	1.00	0.005	7.28	11.10	1.17	4.38	22.97	1.10	0.15	0.60	0.32	"	"	"	0.13	"
	ferrugineuse	A. Camaresa	32.30	0.40	0.001	7.84	22.88	0.98	10.72	4.73	0.70	0.03	0.60	0.04	"	"	"	0.08	"
		B. Villia	28.30	"	"	3.72	32.14	4.51	3.70	5.02	0.40	"	0.05	0.08	"	"	"	0.06	"
	spathique	mine	27.50	3.25	"	12.50	2.50	1.50	"	7.05	1.52	"	0.10	0.34	"	"	"	"	31.00
		laverie	36.30	3.80	240 gr.	3.24	2.06	1.37	"	7.20	1.75	"	0.30	1.54	"	"	"	"	30.60
Calamine crue spathique		mine	22.60	2.65	"	12.80	1.30	0.95	"	6.65	1.30	"	0.05	0.20	"	"	"	"	24.22
		laverie	28.00	3.80	185 gr.	3.24	2.06	1.37	"	6.41	1.22	"	0.20	1.34	"	"	"	"	23.10
Calamine calcinée plombeuse		Botzaris	31.35	26.25	0.093	0.40	2.62	1.26	"	5.96	1.00	"	0.50	1.72	"	"	"	0.12	17.30
		Camaresa	30.65	6.70	0.0175	6.76	14.76	0.88	6.15	8.23	0.60	0.30	1.54	2.28	"	"	"	0.12	3.75
Blendes			35.10	2.75	55 gr.	3.72	14.03	0.10	4.60	3.11	1.90	0.48	2.00	26.95	"	"	"	"	"
Galènes		Camaresa	1.10	50.50	1.060	7.60	7.42	0.68	"	1.50	0.05	0.20	3.00	13.26	"	0.05	"	"	"
		laveries	4.10	50.75	520 gr.	0.43	14.59	1.47	1.00	1.00	0.14	0.04	1.60	19.20	"	0.01	1.00	"	"
		grillées	4.80	47.55	500	11.24	14.16	1.17	2.20	1.90	0.36	0.20	1.40	6.02	"	0.02	1.50	"	"
Plombs d'œuvre			"	97.89	1,990	"	0.20	"	"	"	"	0.665	0.422	0.102	"	0.51	4 gr.	"	"
Minerais cuivreux..		oxydés	3.80	traces	181	6.00	27.44	0.21	3.20	5.70	0.61	25.43	7.10	1.14	"	1.01	0.60	"	"
		mattes	4.03	traces	561	10.40	36.15	0.70	2.02	6.50	0.72	21.55	0.45	14.98	"	0.47	"	"	"
		speiss	"	"	210	0.92	55.50	0.45	0.45	1.20	0.21	11.09	15.20	3.24	"	0.35	10.60	"	"
Manganésifères crus		riches	0.70	0.55	20	2.10	30.00	18.80	8.70	7.50	1.29	"	1.50	0.53	0.35	"	"	"	"
		pauvres	0.55	0.55	20	6.05	32.00	14.50	9.29	6.10	1.29	"	0.98	0.88	0.39	"	"	"	"
		carbonatés	0.20	0.20	10	4.00	30.00	12.25	11.89	11.00	2.08	"	0.59	1.52	0.12	"	"	"	"
		plombeux	0.70	3.80	117	4.80	34.24	9.21	11.89	7.00	0.15	0.01	1.00	0.38	0.08	"	"	"	"
Manganésifères calcinés		A	1.70	"	"	2.84	33.00	21.40	"	"	"	"	1.30	"	0.14	"	"	"	"
		B	0.88	"	"	7.28	37.46	14.53	"	"	"	"	"	"	0.06	"	"	"	"
Minerais de fer....		A	0.10	"	"	5.10	62.00	0.79	0.59	1.40	0.32	"	0.39	0.59	0.05	"	"	"	"
		B	1.10	0.72	"	3.80	54.00	1.55	4.30	3.70	"	"	0.23	0.65	0.10	"	"	"	"
		plombeux	6.60	1.45	15	3.40	40.00	6.12	8.76	1.90	0.40	"	1.12	0.70	0.18	"	"	"	"

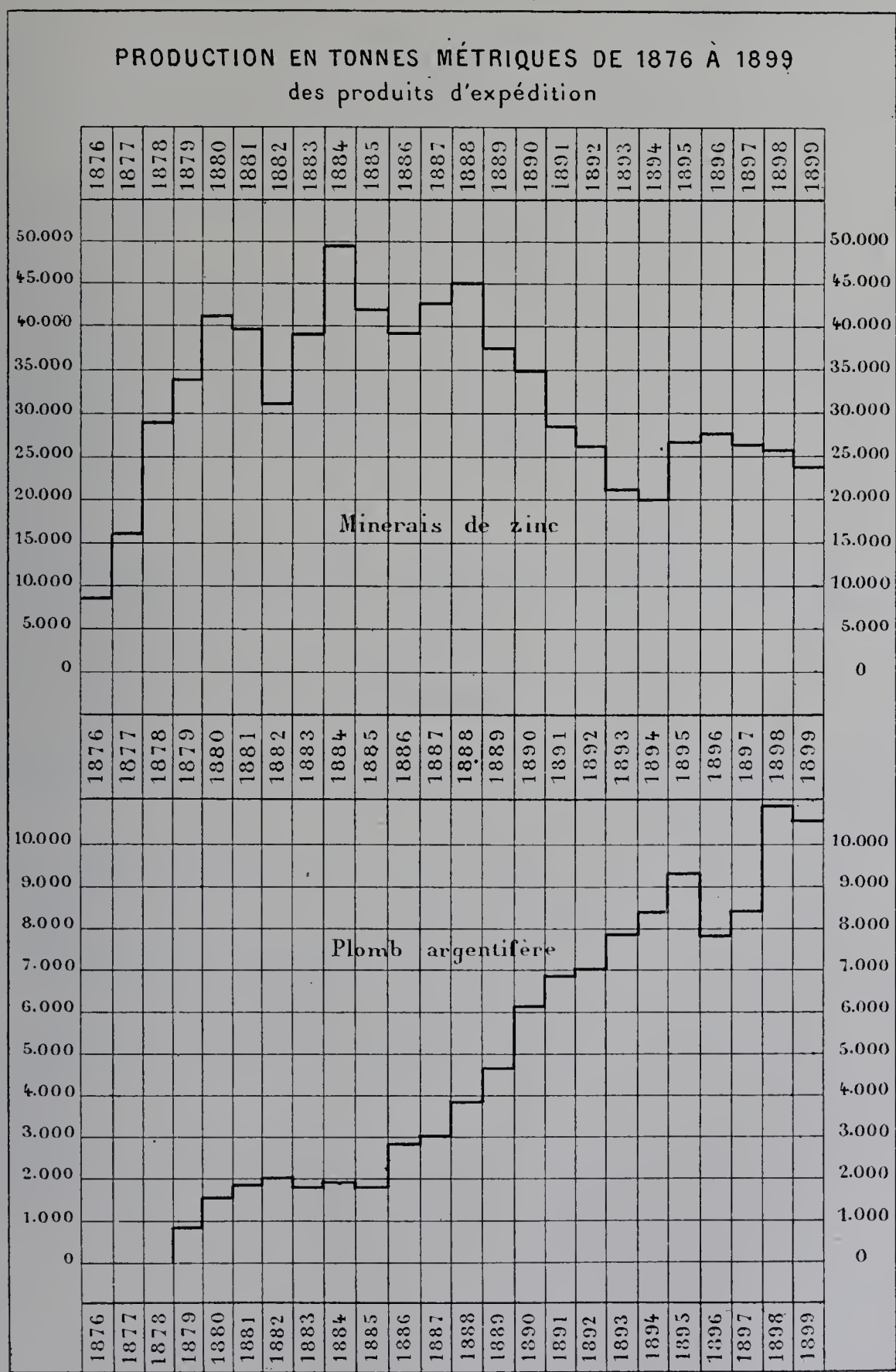


Fig. 67. — Graphique de la production en tonnes métriques de 1876 à 1899 de produits d'expédition.

Autres concessions. — En 1891, la Société est devenue copropriétaire des exploitations Drossopoulo (pour 23/100), ce qui lui apporte une redevance annuelle de 1 fr. 75 par tonne de minerai manganésifère extraite de cette concession. En 1892, malgré sa participation à l'exposition de Chicago et malgré les dépenses occasionnées par le prolongement de la voie ferrée de Plaka, elle acquit, pour la somme de 126,774 francs, les concessions de Petmezas.

En 1895, un commencement de grève, qui dura peu, amena l'incendie des magasins et des bureaux du district de Camaresa.

Enfin en 1899, la Société fournit la moitié du capital actions (soit 1 million 1/4) de la Société algérienne des gisements de Bou-Thaleb, près de Sétif; cette même année elle prit un intérêt (pour 50,000 drachmes) dans la Société récente des mines de fer de Capsalo, situées dans l'île de Siphnos, une des Cyclades; enfin elle fit faire des travaux de recherches sur les gisements de plomb argentifère et de manganèse de Cadi-Kalé, près du golfe de Boudroum, non loin de l'ancienne Halicarnasse, sur la côte ouest de l'Asie mineure.

(La Société grecque du Laurium n'a pas exposé; il y a lieu de le regretter, car cette Compagnie sort peu à peu de la situation difficile où elle s'est longtemps débattue.)

GUATÉMALA.

L'exposition minière de la République de Guatémala se trouvait au rez-de-chaussée de son pavillon du Champ de Mars.

Les envois du Gouvernement comprenaient :

I. Diverses publications concernant l'industrie minière et la géologie du pays; nous y avons relevé les principaux ouvrages suivants :

1° travaux du docteur *Ricardo Sapper* (qui, depuis plus de huit ans, parcourt le Guatémala), publiés dans diverses revues allemandes, sauf une brochure en espagnol intitulée : *Geographia fisica de Guatemala*, et accompagnée de cartes géologiques;

2° analyses du laboratoire central de Guatémala sur de nombreux échantillons de minerais divers;

3° rapport officiel de M. *René Guérin*, chef du laboratoire, commissaire général et délégué du Gouvernement, sur les travaux du laboratoire pendant l'exercice 1899;

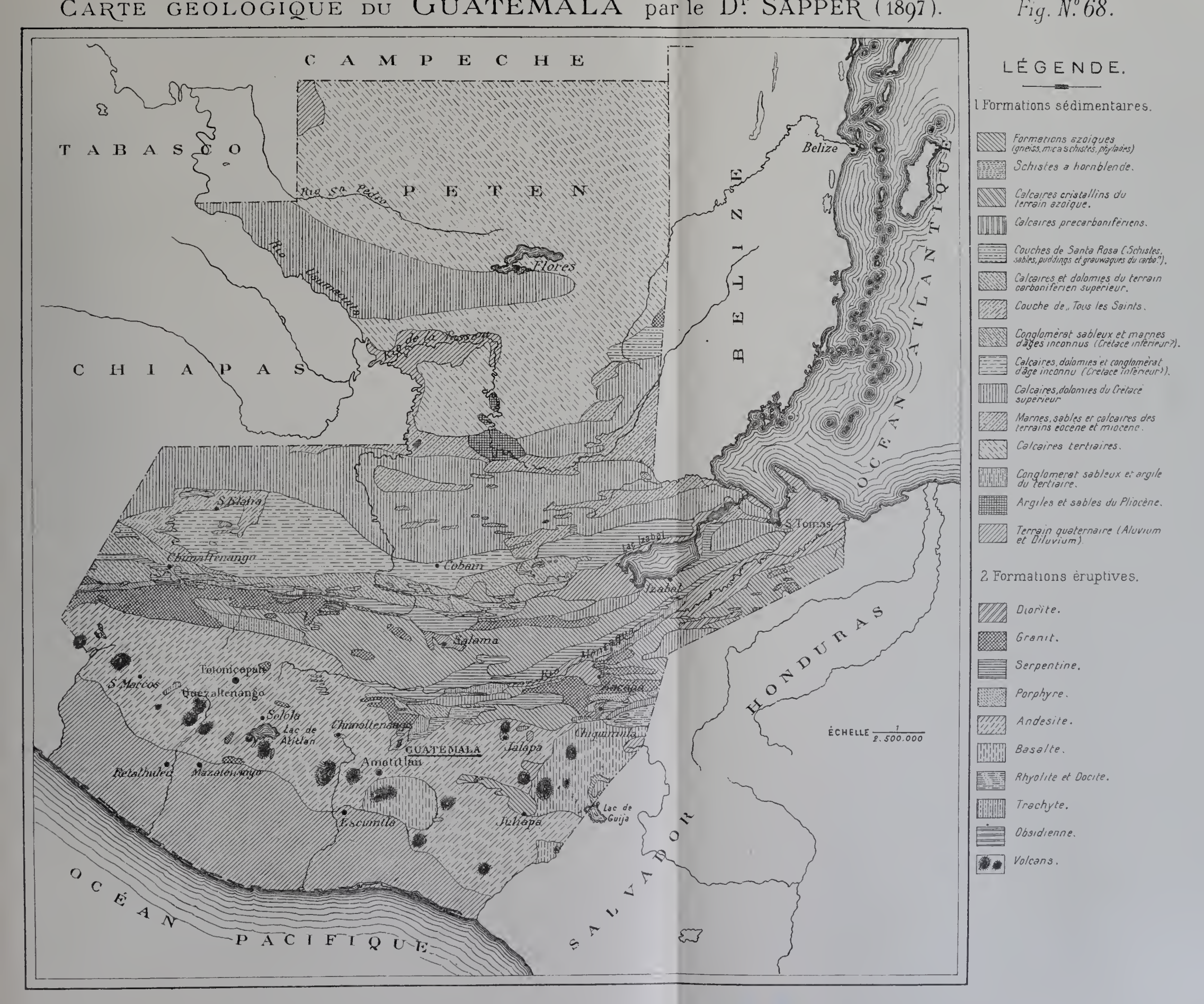
4° travaux non encore publiés de M. *Ignascio Solis* sur l'industrie minière du Guatémala depuis la conquête espagnole jusqu'à l'exposition de Guatémala de 1897;

5° manuscrit anglais de *M. J.-R.-C. Bond Mining in Guatemala and Central Amerika*, sur l'état actuel des mines dans l'Amérique centrale (1899).

II. La *Carte géologique du Guatémala* (1897), par le docteur *Ch. Sapper* (fig. 68).

III. Une collection de 132 échantillons des principales roches du pays avec quelques-uns des très rares fossiles.

CARTE GÉOLOGIQUE DU GUATÉMALA par le Dr SAPPER (1897). *Fig. N° 68.*



C. F. E.

l'ouest à l'est. Des lambeaux de terrain azoïque se trouvent aussi dans le département de Jutiapa.

C'est dans les micaschistes, très puissants, que se trouvent les gisements aurifères de la République. Ces micaschistes renferment aussi du talc et du graphite.

2° *Terrains paléozoïques.* — Ces terrains commencent dans l'État voisin de Chiapas, au nord du Guatémala, puis pénètrent dans le département de Huehuetenango, qu'ils traversent, ainsi que ceux de Quiché, Alta et Baja Vérapaz, et Izabal. Dans ce dernier département, la colline « San Gil » se compose de calcaires dont l'absence de fossiles n'a pas encore permis la détermination.

Les strates de Santa Rosa, à Chichen, comprennent les trois formations suivantes, dites *de Santa Rosa :*

a. une série de calcaires, de dolomies et de brèches plus ancienne que les strates (*b*) carbonifères de Santa Rosa. La puissance de ces calcaires est d'une centaine de mètres. Ils contiennent bien quelques restes organiques, mais si mal conservés que le docteur Sapper n'a pu les déterminer;

b. un système de conglomérats de quartz, de poudingues, de marnes et de grauwackes, dont les couches supérieures présentent divers fossiles caractéristiques du terrain carbonifère. L'épaisseur de ces strates est d'environ 200 mètres; elles ont été nommées par les géologues français Dollfus et Montserrat : les strates de Santa-Rosa;

c. des calcaires et des dolomies appartenant au carbonifère supérieur, dont ils renferment quelques fossiles (puissance : 600 mètres).

Ces trois formations paléozoïques se retrouvent dans d'autres régions du pays; mais leur caractère pétrographique change, comme d'ailleurs leur puissance. Ainsi cette épaisseur est insignifiante près de San Miguel, à Uspatan (département de Quiché), et, près de Cumen, elles ne sont représentées que par des schistes ardoisés avec calcaires intercalaires. Près de Sacapulas, le terrain paléozoïque se trouve sous la forme de calcaires à crinoïdes mal conservés, alternant avec des schistes ardoisés.

Les principaux fossiles de Santa Rosa sont : des athyris, des productus (semireticulatus) et des nautica.

Ces couches paléozoïques sont sans gisements intéressants au point de vue minéral, et le terrain houiller fait complètement défaut. On a trouvé cependant dans les strates de Santa Rosa quelques minerais cuivreux, et, près de Santa Magdalena (département de Quiché), quelques gisements de galène dans les calcaires carbonifères (mines de Chiantla et de San Joachim, département de Alta Verapas), mais leur teneur en argent est insignifiante.

3° *Terrains mésozoïques.* — Ces formations sont très considérables dans la moitié septentrionale de la République; mais elles ne renferment des fossiles que dans leur étage supérieur (rudistès du terrain crétacé supérieur).

Elles comprennent :

a. les strates de Todos Los Santos (Cuchumatan), qui consistent en poudingues, conglomérats de quartz, sables grossiers et marnes, et se trouvent dans les régions

septentrionales du département de Huehuetenango; ces terrains débordent sur l'État voisin de Chiapas; ils sont intercalés entre les calcaires du carbonifère et ceux du crétacé, et renferment la petite saline de San Matéo-Ixtatan exploitée par les indigènes;

b. sous les calcaires crétacés et sur les strates précédentes, on a trouvé, en formations isolées, dans les départements de Guatémala et de Chiquimula, un système formé de marnes, sables et conglomérats, vraisemblablement du crétacé. Il a probablement peu d'importance;

c. au sud des calcaires crétacés, et reposant directement sur les strates de Todos Los Santos, le département de Huehuetenango renferme des calcaires dolomitiques et des brèches appartenant probablement au terrain crétacé supérieur; on n'y a encore trouvé aucun fossile.

d. dans les départements du nord de la République, affleurent des calcaires, dolomies et brèches d'une extension considérable et appartenant certainement au crétacé supérieur; ils en ont, en effet, les fossiles caractéristiques, près de Samac et de Campu (département de Alta Vérapaz).

Les départements méridionaux renferment aussi, mais en lambeaux isolés et beaucoup moins importants, du crétacé supérieur, avec fossiles déterminables dans les départements de Jalapa et Chimaltenango. Il en existe encore une zone isolée, avec fossiles caractéristiques, à la Libertad (département de Péten).

Quant aux calcaires de Las Nubes (département de Guatémala), ils ne sont pas encore déterminés, non plus que ceux d'Allotépèque (département de Chiquimula) et de Saint-André (département de Alta Vérapaz).

Les couches calcaires des Cordillères guatémaliennes renferment une quantité de belles grottes, dont la plus célèbre est celle de San Agurbin Lanquin.

Les calcaires mézozoïques contiennent peu de minerais, et seulement dans les zones de contact avec les roches éruptives des époques plus récentes; ce sont alors surtout des minerais de plomb et d'argent (exemple : San Juan Sacatepequez). Mais ces calcaires renferment les importantes salines dites *des neuf collines,* dans le département de Alta Vérapaz; l'exploitation de ces salines est encore peu active.

4° *Terrains tertiaires.* — Ils sont très répandus dans la Guatémala, mais surtout dans le département de Péten, où ils contiennent beaucoup de silex, que taillaient les indigènes à l'époque précolombienne, pour s'en faire des armes.

Au sud du Péten, et dans la région septentrionale des départements de Alta Vérapaz et Izabal, on trouve des sables, des marnes et des calcaires des étages éocène et miocène.

D'étroites bandes de conglomérats et d'argiles tertiaires se rencontrent au voisinage du Rio Motagua, avec parfois intercalation de minces couches de lignite.

Au sud du département de Péten, le docteur Sapper a rencontré, en couches presque horizontales, des argiles et des sables avec fossiles du pliocène.

5° *Terrains quaternaires.* — Les fossiles sont très rares; quelques restes de mastodontes, dans le diluvium de Salama et de Chiquimula.

Ce terrain comprend les importantes alluvions aurifères du département de Izabal.

II. **Formations éruptives.** — Elles manquent presque complètement dans la partie nord de la République, mais sont très abondantes dans ses régions méridionales.

Le granit est très fréquent dans la zone moyenne du pays, et notamment dans les départements de Huehuetenango, Quiché, Baja Vérapaz, Guatémala, Jalapa, Zacapa et Izabal. Il présente deux variétés principales : la première rougeâtre, très dure; la seconde blanchâtre, se délitant assez facilement : cette dernière est de beaucoup la plus abondante; le granit rougeâtre n'a guère été trouvé jusqu'à ce jour que dans la vallée du fleuve Motagua.

La diorite se rencontre dans le département de Izabal. La serpentine est des plus communes dans la zone moyenne du Guatémala; elle renferme parfois de l'amiante, encore inexploité.

Les porphyres n'existent guère que dans cette zone moyenne, et ils ne sont pas très abondants; on en a trouvé à Jacotan (département de Chiquimula).

Dans le sud-ouest de la République, c'est surtout l'andésite qu'on rencontre et les basaltes dans le sud-est. Ces pierres sont exploitées à Santa Catarina, département de Solola; à Iztapa, département de Chimaltenango, et à Jilotépèque, département de Jalapa; enfin, on extrait des pierres de construction à Quezaltenango. Aux zones de contact, on trouve des minerais de cuivre et d'argent. Exemple : Mine du Rosario (département de Santa Rosa) dans des andésites.

Le Guatémala a d'importants volcans. Voici, par ordre chronologique, les dates de leurs éruptions respectives :

Jirego : 1526;
Pacaya : 1565;
Fuégo : 1581 et 1582, puis 1585 et 1586, 1614 et 1623;
Pacaya : 1651, 1664, 1668, 1671 et 1677;
Fuégo : 1686, 1699, 1705, 1706, 1707, 1710 (deux éruptions), 1717, 1732 et 1737;
Pacaya : 1775;
Cerroquemado : 1785;
Fuégo : 1799, 1829;
Facana : 1855;
Fuégo : 1855, 1856, 1857 et 1880.

D'autres volcans, comme ceux de Zunil, Atitlan, Soliman, Acatenango et Fecuamburro, émettent encore des fumerolles d'acide sulfureux, d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

La plupart des volcans forment une ligne presque parallèle à la côte de l'océan Pacifique; de cette ligne longitudinale, partent quelques courtes transversales où se trouvent des cratères souvent extrêmement rapprochés, comme ceux de Soliman, Atitlan, Acatenango et Fuégo.

D'autres volcans de deuxième ordre existent au sud-ouest de la République du Guatémala, mais sur des lignes peu nettes.

Tous ceux de la ligne principale parallèle à la côte du Pacifique, sauf Pacaya, sont formés surtout d'andésites; tous les autres, de roches basaltiques, à l'exception du volcan de Iztépèque (département de Jutiapa) qui est constitué par de l'obsidienne, dont les Indiens précolombiens formaient la pointe de leurs flèches et de leurs lances.

Industrie minérale.

Elle est encore fort peu développée au Guatémala.

Les recherches historiques de M. Solis ont prouvé que de nombreuses mines d'or, d'argent et de cuivre étaient exploitées sous la domination espagnole. Mais depuis cette époque leur prospérité a périclité peu à peu, par suite du développement de l'agriculture et surtout des plantations de café, sur lesquelles se sont portés tous les efforts et tous les capitaux.

Or. — Les indigènes lavent à la battée les sables aurifères du Rio Motagua et de son principal affluent le Rio de Las Vacas, dans les départements d'Izabal et de Baja Vérapaz.

Une société américaine traite depuis quelque temps des alluvions sur la côte de l'Atlantique; l'or qui en est extrait est exporté en contrebande aux États-Unis.

Plomb. — Les gisements sont encore mal connus; on sait cependant qu'une importante mine de galène se trouve aux environs du plateau qui porte la capitale du Guatémala, et que le minerai est riche en argent, surtout dans le département de Jalapa.

Enfin des mines de galène très argentifère sont en exploitation à Mataquescuintla, dans le département de Santa Rosa, et à Alotépèque, dans le département de Chiquimula.

Cuivre. — Des carbonates cuivreux ont été signalés dans le département de Chiquimula et près de la ville de Guatémala, dans la vallée de Chinantla. Ces derniers gisements se prolongent dans la direction de Coban jusqu'au chef-lieu du département de Rabinal, près duquel on a même trouvé du cuivre natif. A la frontière du Mexique et aux environs de Cuilco les carbonates sont remplacés par des pyrites cuivreuses; à mesure qu'on se rapproche du Mexique, le fer augmente en proportion et va même jusqu'à se substituer complètement au cuivre.

Zinc. — En 1899, des affleurements de blende ont été reconnus dans le département de Chiquimula près de la frontière du Salvador.

Un syndicat a confié à un ingénieur belge l'étude de ces gisements, en vue de la formation d'une société d'exploitation à capitaux étrangers.

Sel. — En 1900, les deux salines de Nueve Cerros (département de Alta Vérapaz) et de Chiquimulilla (département de Santa Rosa) étaient seules en activité.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Lignites. — Ils sont de bonne qualité dans les gisements situés près des côtes de l'Atlantique. On espère qu'ils pourront aider au développement minier de la République, après la construction des embranchements du chemin de fer du Nord.

Soufre. — Il n'est guère abondant et on ne cite dans la région des volcans que les deux exploitations indigènes et peu importantes de Fajunmléo et de Zunil.

Par contre, les sources thermales et minérales sont nombreuses, mais en général inutilisées, même par les indigènes.

En résumé, le plus riche département guatémalien est sans contredit celui de Chiquimula, tant par la variété que par la haute teneur de ses minerais. C'est ce que signalait le rapport de M. Guérin fait en 1899 à la suite de nombreuses analyses au laboratoire central de Guatémala.

Expositions particulières.

Elles étaient rares et peu intéressantes. Parmi celles qui ont obtenu une récompense, il y a lieu de signaler seulement celles de Granai (plan de l'usine à ciments, accompagné d'échantillons des produits de l'usine) et de «Novela et Cie» (beaux blocs de marbre).

HONGRIE.

L'exposition de la Hongrie, très remarquable par les objets présentés autant que par la disposition et la décoration générales, était située au rez-de-chaussée du Palais des mines, du côté des jardins. On entrait dans cette section par deux grands portails en blocs de minerai de fer provenant des mines de Rimamurány (Salgo-Tarján).

L'exposition avait un caractère collectif, rendu nécessaire par le faible espace dont elle pouvait disposer. Elle se composait des Administrations de l'État et des mines particulières.

Institut royal de géolcgie, à Budapest. — Cet institut, qui dépend du Ministère de l'agriculture, est spécialement destiné à étudier la géologie générale et à développer, par ses travaux, la connaissance des terrains qui composent le sol de la Hongrie. Les différents levés effectués par lui sont les suivants :

1° Levé général géologique du pays avec sa description;

2° Levé agrogéologique pour développer l'agriculture rationnelle;

3° Levé concernant la géologie minière et études correspondantes.

Il exposait des cartes détaillées, telles que :

La montagne Kiralyerdö au 1/25000, par M. Ch. Hoffmann;

Les montagnes de Krassó-Szörieny au 1/75000, par MM. Böckh, J. Alavati, Roth, Schafarzik et Kalman d'Adda;

Une carte minière de Felsöbanyá-Kapnik au 1/25000, par M. Alex. Gesell;

Une carte minière de la Hongrie (gisements de métaux précieux, fer, houille, sel, etc.) au 1/900000, par MM. J. Böckh et Alex. Gesell;

Une carte des argiles des pays de la Couronne hongroise, par M. Al. Kaleczinsky;

Enfin, une collection complète de minéraux et de roches.

Cet institut a été fondé en 1868. Depuis, les levés détaillés publiés par lui ont porté sur 90,000 kilomètres carrés de région montagneuse, 520 kilomètres carrés de région minière et 1,920 kilomètres carrés de plaine. Les levés généraux ont porté sur 12,372 kilomètres carrés de région montagneuse et 2,800 de plaine. L'Institut possède des collections de paléontologie, de pétrographie, de minéralogie et de technologie, une bibliothèque de 15,000 volumes et 3,700 cartes géologiques.

Comme on a pu le voir déjà, les levés des régions montagneuses et les levés agro-géologiques se font sur les cartes au 1/25000 de l'Institut de géographie militaire; mais on réduit les cartes à l'échelle du 1/75000. Chaque carte comprend 4 feuilles au 1/25000 et porte sur des étendues qui varient entre 100,426 et 111,141 hectares.

Les cartes, rapports annuels, annales et mémoires divers sont publiés en hongrois, avec traduction allemande.

Administration des mines de l'État (exposition collective des mines de l'État). — L'Administration des mines de l'État avait exposé collectivement un certain nombre de documents et échantillons provenant de ces différentes mines.

Les Mines d'argent, plomb et cuivre sont les suivantes :

Aranyidka. — Cette mine exposait :

Une carte de la concession;

Des échantillons du remplissage des filons;

Divers minéraux.

Cette mine a été acquise par l'État en 1807. Elle se trouve dans une montagne de schiste argileux très quartzeux, dont les parties profondes contiennent en proportions plus considérables le quartz avec du feldspath, avec transition au gneiss. C'est dans cette roche que se sont formés les filons exploités, orientés de l'est à l'ouest et inclinés vers le nord. Les veines contiennent un minerai d'antimoine en amas massifs contenant 0.01 à 0.5 p. 100 d'argent. Les pyrites de fer, de cuivre, arsenicales, argentifères sont fréquentes.

En 1898, on a extrait 41,000 quintaux de minerai, qui ont produit 532 kilogrammes d'argent et 1 kilogramme d'or, d'une valeur de 73,712 francs.

Kereszthenу, à Nagybánya. — Cette mine a été acquise par l'État en 1854. Elle se trouve dans une montagne dont le massif est constitué par une roche verte de trachyte quartzeux (dacite). Cinq veines traversent cette roche. La plus puissante, celle de Föer, s'étend en direction sur plus de 1 kilomètre, avec pendage de 75 degrés au nord-ouest. Le remplissage consiste en une masse quartzeuse de 2 à 8 mètres, contenant des grains fins d'or, parfois de la pyrite aurifère, de la pyrargirite, rarement de la galène. En 1898,

cette mine a produit 134 kilogr. 6 d'or, 414 kilogr. 3 d'argent et 5,700 kilogrammes de plomb, valant en tout 498,000 francs.

Felsöbánya. — Cette mine se trouve dans une vallée dont le fond est formé de schiste micacé; les montagnes qui l'encaissent comprennent diverses variétés de trachyte. Celle qui comprend la mine est composée de roches de trachyte orthoclasique à riolite. La mine comprend 9 veines dont 4 seulement importantes. La veine la plus considérable est inclinée au nord de 50 à 70 degrés. Elle a une puissance variant de 2 à 18 mètres avec remplissage surtout quartzeux mêlé de feldspath et de manganèse carbonaté. Elle contient du minerai de plomb sulfuré et du minerai sulfaté avec plus ou moins d'argent. En 1898, la mine a produit 320,055 quintaux de minerai, dont on a extrait 53 kilogrammes d'or, 1,725 kilogrammes d'argent et 7,472 kilogrammes de plomb, valant en tout 625,000 francs.

Kapnik. — A Kapnikbánya, on rencontre le trachyte vert surgissant des formations éocènes. C'est dans ce trachyte que se trouvent les filons allant du sud-ouest au nord-est, avec pendages très escarpés. Ils sont parallèles et distants entre eux de 160, 200 et 250 mètres. Leur remplissage comprend du manganèse carbonaté, quartz, spath calcaire et dolomite, dans lesquels on trouve du cuivre gris aurifère et argentifère, la galène, la blende, la pyrite, la bournonite, l'antimonite et quelquefois de la baryte, du réalgar et de la helvite. On compte 13 veines exploitées.

En 1898, on a extrait 220,000 quintaux de minerai qui ont produit 16 kilogrammes d'or, 1,673 kilogrammes d'argent, 12,200 kilogrammes de cuivre et 236,200 kilogrammes de plomb, d'une valeur totale de 323,000 francs.

O-Radna. — Cette mine est possédée, pour les trois quarts par l'État et pour un quart par un particulier. Les montagnes dans lesquelles elle se trouve sont formées de quartz, de schiste cristallin, de calcaire primitif et de trachyte. C'est dans les brèches situées dans ces roches que se trouvent les amas dont le remplissage contient surtout du minerai de plomb avec peu d'argent et très peu d'or. Dans les parties inférieures, on trouve la pyrite et le cuivre gris (inexploitables à cause des difficultés d'accès).

En 1898, on a extrait 100,000 quintaux de minerai qui ont produit 2 kilogr. 6 d'or, 295 kilogrammes d'argent et 218,800 kilogrammes de plomb, valant en tout 98,000 francs.

Körmöczbánya. — L'État possède cette mine depuis 1593. Elle consiste en filons aurifères et argentifères qui traversent un massif de roche verte (pyroxène-andésite) long de 3 kilom. 600 et large de 1,200 mètres. Quelques-uns de ces filons ont une puissance de 50 à 60 mètres. Les filons exploités sont encaissés dans le quartz : l'or y est distribué en grains très fins.

En 1898, on a produit 186,000 quintaux de minerai, qui ont produit 38 kilogr. 2 d'or et 149 kilogrammes d'argent, valant en tout 145,000 francs.

Selmeczbánya et Felsö-Bibertárö. — Les mines que possède l'État dans la région de Selmeczbánya sont sous la direction du bureau des mines de Szelakna. Sans entrer dans de grands détails sur cette importante région, nous dirons que, dans ses grandes lignes,

elle est formée de montagnes de trachyte tertiaire. L'éruption trachytique a traversé un massif stratifié composé de gneiss, de schiste micacé, d'aplite, de quartzite, de schistes, du trias, de dolomite, calcaire et couches nummulitiques.

Avant le trachyte, des roches éruptives ont traversé ces couches. Ce sont surtout des pointements de diorite qu'on rencontre parmi ces dernières. Quant au trachyte, il se compose de 3 types qui sont : 1° le trachyte orthoclasique; 2° la biotite-andésite; 3° l'andésite à pyroxène.

Outre cette éruption du trachyte, on a trouvé dans deux endroits une éruption basaltique qui lui a succédé.

Le domaine de Felsö-Bibertáró comprend une grande quantité de filons, dont une vingtaine très importants. Ces filons sont exploités d'ailleurs souvent en plusieurs points formant des mines séparées.

Le plus important de ces filons est le filon *Spitaler;* il se trouve dans l'andésite à pyroxène. Il se compose de plusieurs veines dont la minéralisation est différente; le filon est reconnu en plusieurs endroits. Son affleurement le plus important est à Glauzenberg et comprend plusieurs veines de 20 mètres de puissance couchées dans le trachyte stérile et le quartz.

Sa direction générale est le nord-est. Son pendage va au sud-est avec une inclinaison de 45 degrés aux parties supérieures et 70 à 80 degrés aux étages inférieurs. Sa puissance totale est souvent supérieure à 50 mètres.

Le remplissage se compose de quartz avec dolomite, spath calcaire, spath brun et des formations secondaires. Il contient des minerais argentifères, de la galène, de la pyrite cuivreuse, avec un peu d'or.

Nous donnons les quelques renseignements qui précèdent sur ce filon qui est le plus important; l'étude des autres nous entraînerait dans des développements trop considérables.

La production de ce domaine, en 1898, a été la suivante :

On a extrait 473,000 quintaux de minerai à bocarder, 29,000 quintaux de minerai moyen et 19,000 quintaux de minerai trié;

On en a extrait 187 kilogrammes d'or, 4,306 kilogrammes d'argent, 259,700 kilogrammes de cuivre et 629,600 kilogrammes de plomb, représentant une valeur totale de 1,430,000 francs.

L'exposition collective de ces mines d'argent, de plomb et de cuivre se composait de :

1° Cartes géologiques sur les régions de Selmeczbánya, de Körmöczbánya et de Nagybánya; cartes détaillées de la veine Spitaler (Selmeczbánya); cartes de Varesviz, Keresthezy, Felsöbánya, Kapnik et O-Radna, relevant de Nagybánya;

2° Des roches et minerais de ces mines;

3° Un modèle en verre du domaine minier de Felsö-Bibertáró très intéressant, formé de 12 plaques de verre figurant chacune un étage. L'échelle adoptée était de 1/7898 pour les distances horizontales et 1/1974 pour les verticales.

Ce modèle était exposé par le *Bureau royal de topographie souterraine* à Szelakna.

— *La section de géologie de la direction des mines de Selmeczbánya* exposait des cartes géologiques intéressantes avec la coupe de la galerie Nándor, le profil en long de la galerie d'écoulement Joseph II, etc..., concernant le domaine minier de Felsö Bibertáró. — Nous ne donnerons pas de renseignements plus complets sur cette section géologique qui relève du service général des mines (Direction des mines de l'État).

Les mines de l'État (Transylvanie) qui ont exposé sont les suivantes :

Mines d'or : *Nagyág*. — Cette mine a été ouverte au milieu du XVIIIe siècle. Les filons sont couchés dans un massif formé de roche verte (dacite) qui, par les schistes cristallins qu'elle renferme, semble avoir traversé ces schistes, soulevé ou percé les sédiments méditerranéens et avoir ensuite recouvert une partie de ces terrains en masses plus ou moins considérables.

En général, l'or ne se trouve qu'à l'état de tellurure; cependant, à l'est de la montagne Hajtó, les filons contiennent de l'or à l'état natif.

Le remplissage est faible (quelques centimètres); les parties riches se présentent en forme de nids et amas lenticulaires.

La mine qui occupe 653 ouvriers a produit, en 1898, 107 kilogrammes d'or et 268 kilogrammes d'argent, valant en tout 387,000 francs.

Verespaták, mine de l'État et galerie Szentkerestorla. — Cette mine a été ouverte en 1783 et reprise par l'État en 1846 sous forme de société minière par actions: à partir de ce moment elle fut exploitée par la Direction des mines.

Les roches dominantes de la région sont l'argile rouge, l'argile bleue, le schiste sablonneux et le conglomérat. C'est dans ces formations qu'ont surgi les montagnes trachytiques, formant la chaîne de Verespaták et dont le soulèvement a eu lieu après le dépôt du grès des Carpathes.

Les trachytes appartiennent au groupe orthoclasique quartzeux (dacites, andésites et labradorites).

Le trachyte quartzeux orthoclasique a été très modifié par les variétés de roche verte, d'alunite, de dolomite et de kaolin et on ne le retrouve plus à l'état normal. Les autres trachytes sont beaucoup moins modifiées.

La formation la plus importante au point de vue des gîtes métallifères est le grès tertiaire.

Les gisements contiennent de l'argent aurifère. Ces minerais se rencontrent en filons ou en amas. Le minerai d'argent aurifère ne se trouve que dans certaines variétés des roches secondaires, surtout sur les points où les filons et les amas convergent. La puissance des amas varie de 10 à 20 mètres. Dans l'amas célèbre de Katroncza l'or constitue le ciment des fragments de roches formant le remplissage. Ces amas se rencontrent le plus souvent dans les plans de contact du trachyte quartzeux (dacite) et du grès tertiaire, ou entre le grès des Carpathes et le grès tertiaire. Le remplissage est formé de carbonate de manganèse, de spath calcaire, quartz, terre à kaolin, avec des sulfures métalliques (pyrites, marcassite, galène, blende, etc.). L'or natif se trouve quelquefois

en cristaux, mais surtout en lamelles, feuilles, sous forme de mousse, de filaments ou grains saupoudrant la roche.

Le minerai riche contient 528 grammes d'or et 349 grammes d'argent à la tonne; le minerai moyen, 36 grammes d'or et 18 grammes d'argent, enfin le minerai à bocarder 3 gr. 3 d'or et 1 gr. 8 d'argent.

La mine emploie 370 ouvriers. Elle a produit en 1894 : 45 kilogr. 3 d'or et 23 kilogr. 2 d'argent.

Veresviz, à Nagybánya. — Les veines exploitées à Veresviz se trouvent dans la dacite, entourées de formations néogènes tertiaires.

Ces veines sont presque parallèles, dirigées vers le nord-est avec pendage à l'ouest ou à l'est de 60 à 80 degrés; leur puissance varie de 5 à 6 mètres et atteint parfois 10 mètres; le remplissage se compose de quartz mélangé de gangues terreuses. On compte onze veines principales qui contiennent d'une façon très variable le minerai aurifère ou argentifère constitué par de l'argent noir, de l'or natif ou à l'état de pyrites, de la galène aurifère, etc.

La mine occupe 330 ouvriers. En 1898 elle a produit 162 kilogrammes d'or et 281 kilogrammes d'argent.

Ces mines d'or de l'État, qui se trouvent toutes dans l'ancienne Transylvanie (région de Nagybánya), avaient exposé :

1° Une collection de roches, de spécimens de remplissages et de filons cariés, des échantillons de minerai et d'or natif;

2° Des cartes topographiques et géologiques des mines avec des photographies;

3° Une carte d'ensemble des mines d'or du sud-est des montagnes minières de Transylvanie, avec deux diagrammes de la production d'or.

Mine de bismuth de l'État : *Rézbánya*. — Cette mine se trouve sur une montagne de 400 mètres (Blidár). Le sommet de cette montagne est traversé par la dolomite et le schiste rouge coupant la roche verte (dolomite au mur, schiste au toit). La puissance de ces couches est de 1 mètre. On trouve au contact avec la roche verte des amas de 10 mètres de longueur en direction, s'étendant en profondeur à des centaines de mètres et renfermant (avec de la blende et de la pyrite aurifères) des poudres et mouches de bismuthite, tetradymite (tellurure de bismuth), et du cuivre gris bismuthifère, parfois le culytine, la cosalite, le bismuth cuprifère et le bismuth ocre. On y trouve aussi des minéraux tels que le grenat, la wollustonite, la trémolite.

On extrait le bismuth par voie humide, à l'aide d'acide dilué, par lavage et précipitation. Le minerai de plus de 0.7 p. 100 est traité dans les fours à creuset continus.

En 1898, on a produit 3,345 tonnes de minerai à bocarder et 90 tonnes de minerai criblé, qui ont produit 3 kilogr. 6 d'or, 38 kilogrammes d'argent, un peu de plomb et de cuivre et 3,057 kilogrammes de bismuth d'une valeur totale de 70,000 francs. La mine occupe 224 ouvriers.

Cette mine exposait des minerais, des produits de préparation, du bismuth sous diverses formes et des sels de bismuth.

Mines de sel : *Maros-Ujvár*. — Cette mine se trouve sur la rive gauche de la rivière Maros, à 260 mètres d'altitude. Elle a été mise en exploitation en 1791.

Le sel affleure sous forme de roche solide jusqu'à la plaine et est recouvert de couches de 40 centimètres à 4 mètres d'alluvions (graviers et sables). L'amas est de forme ovoïde, long de 1,000 mètres sur 600 mètres de largeur. La stratification est fortement inclinée, dirigée du sud au nord et ondulée au milieu de l'amas. Le massif de sel est enveloppé par la marne qu'il a soulevée et qui alterne avec des couches de tuf, de grès et de trachyte qui sont d'abord parallèles à la surface de l'amas, dévient ensuite et finissent par s'aplatir.

Le sel se présente comme dans les autres salines toujours en grains cristallins massifs. Pur il est vitreux, blanc, bleuâtre, gris jaunâtre ou brun. On y trouve des enclaves d'anhydrite, de charbon et de tuf trachytique qui prouve que la formation du sel a été presque simultanée avec le dépôt de la roche de toit. Les tufs trachytiques et les enclaves sont les décompositions de la formation trachytique tertiaire qui appartient à une période intermédiaire entre les étages sarmatien et méditerranéen.

La mine de Maros a été inondée à plusieurs reprises, il a fallu détourner le cours de la Maros et protéger la mine par une galerie circulaire percée dans le stérile du côté de la Maros.

La mine produit annuellement 50,000 à 60,000 tonnes de sel et en plus 20,000 tonnes de sel terreux pour les bestiaux.

Akna-Slatina (Maramaros). — Cette mine est située sur un plateau à 293 mètres d'altitude. — Le sel y est couché en amas puissants de qualité variable, contenant parfois des argiles, des schistes, même de la marne bitumineuse, des roches détritiques et de l'anhydrite.

Il appartient à la formation tertiaire. Le toit est formé par une argile schisteuse dure, grisâtre.

Le gisement tout entier est surmonté d'une couche schisteuse solide. L'amas forme un rectangle de 2,190 mètres de long sur 1,700 mètres de large. La profondeur a été reconnue jusqu'à 167 mètres sans que sa limite ait pu être atteinte.

Les couches ont une puissance variant de 0 m. 10 à 1 mètre, alternant avec des schistes de 6 m. 50 à 2 mètres.

Le gisement possède 7 mines dont 3 ont été abandonnées ou inondées. Ces mines sont exploitées par gradins droits. Les venues d'eau sont importantes.

On extrait annuellement 45,000 à 50,000 tonnes de sel de ces mines qui sont capables d'en fournir 100,000.

Soóvár. — Ce gisement semble former plusieurs amas plus ou moins grands couchés dans l'argile et le grès éocène.

L'exploitation moderne date de 1572. La mine, en 1752, fut envahie par l'eau en

quantité considérable. Comme cette eau était très chargée de sel, on changea de mode d'exploitation. On se contenta de recueillir et d'évaporer les eaux salées dans des bâtiments spéciaux.

Actuellement on recueille 180,000 à 190,000 hectolitres d'eau qui produisent 6,000 tonnes de sel.

L'épuisement et l'éclairage sont faits à l'électricité.

Ces salines de l'État hongrois exposaient :

1° Le modèle de la mine Stephania à Maros Ujvar, construit avec du sel pur de Maramaros et de Transylvanie. Le socle était formé de diverses espèces de sel des mines hongroises (Maros-Ujvar);

2° Les produits d'évaporation, sel en grain (Soovor);

3° Variétés des sels produits dans le district minier de Maramoros (Akna-Szlatina).

Mine d'opale : *Vörösvágás-Dubnik.* — Le gisement de Dubnik traverse diverses montagnes à 24 kilomètres au sud-est de Eperjès. Il a été exploité par l'État à partir de 1788 jusqu'en 1817, où il fut loué à des particuliers. Mais l'État a repris l'exploitation lui-même en 1896.

Les gisements de ce domaine minier s'étendent sur une surface totale de 620,000 mètres carrés.

Les mines actuellement exploitées se trouvent sur le versant est du mont Libanka. Les roches à opales sont en général formées d'andésite à pyroxène plus ou moins dure avec des variétés rouges, grises et noires, sauf dans la montagne Simouka où l'opale se trouve dans l'andésite à biotite. L'andésite de Libanka contient des feldspath de 1 à 2 millimètres et les pores sont remplis d'opale et d'hyalite. On rencontre aussi des pyrites, des marcassites, des brèches à calcédoine de formation ultérieure contenant des amas d'antimonite.

Il est difficile de dire encore si la brèche d'andésite à pyroxène qui est le véhicule de l'opale forme un filon ou des amas, quoique les affouillements déjà opérés semblent indiquer que l'on a affaire à des filons.

Il semble que la brèche d'andésite à opale soit limitée à l'est et à l'ouest par de puissantes couches d'argile rouge. Car, au delà, l'andésite que l'on retrouve ne contient pas jusqu'ici d'opale.

La brèche à andésite-pyroxène semble donc fournir deux filons avec pendage de 40 à 60 degrés vers l'est, sans qu'on puisse le définir nettement. La roche est imprégnée d'opales blanches, de pyrites et parfois d'opales nobles.

L'argile quartzeuse à opale ne se trouve que dans la roche en voie de décomposition.

Les opales se trouvent dans la roche près des fissures, en nids où l'opale noble se rencontre avec des hyalites et opales communes.

Elles se présentent de la grosseur de grains de quelques millimètres. On en trouve cependant quelquefois de la grosseur d'une noisette et plus rarement encore de la grosseur d'une amande.

La roche à opale suit les pentes du mont Libanka avec une puissance de 65 à 75 mètres.

En 1899, la mine a produit 12,000 à 14,000 carats; il y a eu quelques années où elle a produit jusqu'à 28,000 carats. Elle emploie 130 ouvriers.

Mine de lignite : *Diósgyör.* — Les mines de Diósgyör appartiennent à l'usine royale hongroise des forges et aciéries et se trouvent dans les communes de Parasznya et Varbó et dans les territoires de la ville de Diósgyör.

L'exploitation a été commencée vers 1850. On exploita tour à tour des couches diverses. Ces couches sont du système du miocène.

On entreprit d'abord l'exploitation des couches Mathé (1 mètre à 1 m. 20), Wiesner (1 mètre à 1 m. 30) et Adriànyi (2 m. 20 à 2 m. 80), puis on découvrit les affleurements de la couche Wiesner sur la commune de Parasznya. La couche Adriànyi fut reconnue aussi dans la commune de Varbo; l'exploitation de ces mines cessa en 1883 et 1895 par l'épuisement des couches. On développa alors les recherches et les fonçages de puits, on s'adjoignit de nouveaux terrains et on exploita en grand par le puits «Baross», ensuite on chercha à augmenter encore la production en fonçant deux puits jumeaux en 1898, actuellement encore en fonçage. Ces puits permettront encore d'exploiter les couches Wiesner et Adriànyi avec une extraction journalière de 1,200 à 1,300 tonnes.

L'exploitation se fait par piliers abandonnés et aussi par éboulement. L'aérage est naturel, on se contente de l'activer en automne et au printemps par des cheminées d'aérage.

La production s'est très développée. En 1867 elle était de 12,582 tonnes, en 1889 elle atteignait 160,000 tonnes et en 1898 elle s'est chiffrée par 310,000 tonnes.

Ces charbonnages exposaient :

1° Des échantillons de charbon avec les roches encaissantes et les fossiles caractéristiques;

2° Des cartes topographiques et géologiques de la mine et des reproductions des principaux appareils de l'outillage.

Mines de fer. — Les mines de fer de l'État de Vashegy et de Libetbanyà relèvent de l'administration sidérurgique de Zólyombrezó.

Vashegy. — La mine de Vashegy se trouve sur le territoire de la commune Szirk. On en extrait de l'hématite et du fer spathique à 40 ou 48 p. 100 de fer (60 à 80 ouvriers).

Libetbanyà. — La forge de Libetbanyà comprend plusieurs mines dont une seule, celle de Jamesna, est exploitée. Ses minerais consistent en hématites, riches en silice et peu fusibles, à 32 p. 100 de fer. Ils sont très purs.

Le gisement est couché entre les trachytes, tuf et dolomies avec une puissance moyenne de 8 mètres atteignant parfois 120 mètres.

Les mines de fer de l'État ont produit, en 1898, 239,900 tonnes de minerai à 43 p. 100 de fer en moyenne, dont 200,000 tonnes environ proviennent de mines de Gyalar.

Les mines de Vashegy et de Libetbanyà exposaient des minerais divers provenant des gisements exploités dans cette région :

1° Cuivre gris cristallin, sidérite de Nadabula;

2° Libethénite (cuivre phosphaté), enchromite (fer chromaté), etc.

Société hongroise de géologie, à Budapest. — Cette société exposait une très belle carte géologique de la Hongrie au 1000000e.

Cette société privée a pour objet l'étude de la géologie et de la minéralogie du pays. Elle a des réunions mensuelles et publie une revue périodique qui sert en même temps aux travaux de l'Institut royal. Elle a été fondée en 1847 et fonctionne depuis 1850. Elle compte actuellement 400 membres.

Elle a publié en 1896, à l'occasion du Congrès millénaire des mines de métallurgie et de géologie, tenu à Budapest, la carte générale au 1000000e qu'elle exposait ici.

Cette carte porte l'indication des formations géologiques générales de la Hongrie :

1° *Roches sédimentaires :*

Alluvions, diluvium, pliocène, miocène, oligocène, éocène;

Crétacé supérieur, gault (moyen), crétacé inférieur, malm;

Jura dogger, lias, rhétien supérieur;

Trias moyen, inférieur, supérieur;

Permien inférieur, supérieur;

Carbonifère inférieur;

Dévonien, schistes cristallins, supérieurs, moyens et inférieurs.

2° *Roches éruptives :*

Tufs basaltique, trachytique, porphyritique, mélaphytique, basalte, andésite, trachyte, dacite, porphyre, mélaphire-diabase, diorite et gabbro, granit, syénite, serpentine.

Cette société, par ses travaux et ses efforts de vulgarisation, a rendu et rend encore de très grands services à la science et au développement des études géologiques en Hongrie.

Société anonyme de charbonnages de Salgo-Tarján, à Budapest. — Cette société exposait :

a. Les cartes topographiques et géologiques du terrain houiller de Petrozseny et de Nograd;

b. Des appareils, des photographies des mines;

c. Des échantillons de charbon et roches, ainsi que de la houille transformée en coke par une éruption basaltique.

Cette importante société date de 1868. A cette époque son capital était de 3 millions de florins. Actuellement il est de 7 millions de florins.

Jusqu'en 1894 elle n'exploitait que les mines du comitat de Nograd, mais très récemment, elle a acquis les charbonnages de Petroszeny (Transylvanie) et a loué à l'État ses charbonnages de Zsil.

La production actuelle est de :

Dans les mines	de Nograd	1,000,000 tonnes.
	de Petroszeni	450,000

production consommée presque entièrement en Hongrie, le reste allant en Autriche et dans les Balkans.

Nous donnons ci-dessous quelques renseignements sur les deux charbonnages :

Nograd. — Les terrains de recouvrement sont tertiaires et au milieu d'eux se trouve une chaîne de basalte de direction nord-ouest. Le gisement houiller appartient à l'étage supérieur du méditerranéen. Il a la forme générale d'un bassin. Ce bassin comprend quatre champs d'exploitation principaux, limités par des rejets. Les couches et roches se présentent dans l'ordre suivant :

Calcaire et calcaire marneux		500 à	400 mètres.
Couche	à échinoïdes	400	110
	à pecten	110	80
	à torredo (1re couche)	80	70
	à cardium	70	45
	à congeria (2e couche)	45	40
Sable fin		40	25
Argile	grise schisteuse	25	5
	brune schisteuse	5	0
Couche principale ;			
Argile renflante ;			
Sable et cailloux :			
Grès dur, etc...			

Le charbon donne en moyenne : à Tarjàn 6,000 à 6,500 calories; et à Inaszo, 4,800 à 5,800 calories.

La Société emploie 3,151 ouvriers dans ses charbonnages de Nograd. Une partie de la traction extérieure se fait à l'électricité.

Petroszeny. — Ces charbonnages se trouvent dans le bassin du Zsil. Ce bassin comprend des schistes cristallins et surtout du gneiss et du micaschiste. Ces schistes cristallins forment toute la ligne de montagnes qui entourent le bassin.

Sur cette roche sont des couches de grès et des conglomérats oligocènes dans lesquels se trouvent les couches houillères.

La longueur du bassin est de 64 kilomètres de l'est à l'ouest sur 9 kilomètres de largeur. On compte 15 couches variant entre 1 et 30 mètres.

Ces mines produisaient 198,000 tonnes en 1889 et ont produit 450,000 tonnes environ en 1899 avec 2,200 ouvriers.

Le charbon du Zsil est le meilleur de la Hongrie; il dégage 6,568 calories et contient 5.73 p. 100 de cendres et 68.89 p. 100 de carbone.

Société anonyme générale de charbonnages hongrois, à Budapest. — Cette société exposait des photographies relatives à sa station centrale électrique de 900 HP.; ses funiculaires (capacité de traction, 3,100 tonnes par 20 heures).

Elle s'est fondée en 1891 au capital de 6 millions. Elle exploite ses charbonnages à Királd et Sajószentpeter (vallée de la Sajó), ainsi que de nouveaux gisements reconnus à Felsö-Galla (Tata). Ces derniers fournissent un lignite de première qualité et se trouvent entre Vienne et Budapest, position très favorable. En même temps la Société a acquis, en 1898, les charbonnages de Dorogh, Tokod et Ebszöny (Erztergom).

Les charbonnages de la Sajó sont arrêtés depuis trois ans par des venues importantes d'eau et de sable mouvant.

Ceux de Tata ont produit 450,000 tonnes en 1899 et ceux de Dorogh, Tokod et Ebszöny, 200,000 tonnes.

Gisements de la Sajó. — Ces gisements sont formés par une couche argileuse grise sans pétrification, sur laquelle se trouve une couche de schiste de 5 m. 60 et une couche de charbon de 1 m. 60 à 1 m. 80. Le toit est formé de strates de grès, puis au-dessus vient un grès dur.

On a reconnu à Kirald un gisement de 2 m. 50 de puissance. Et on a en plus constaté la présence de trois ou quatre couches de diverses puissances. Les gisements attaqués sur les rives de la Sajó accusent un pendage de 3 à 4 degrés assez régulier; cependant ces couches deviennent ondulées dans le bassin de Kirald.

Esztergom et Tata. — Le bassin d'Esztergom comprend comme roches de fond la dolomie triasique et le calcaire rhétien liasique. Au-dessus on trouve les strates éocène et oligocène. Les vallées encaissées par ces roches sont remplies par des formations tertiaires où se trouve le charbon. Les couches du bassin d'Esztergom et de Tata appartiennent aux formations éocène et oligocène. Le premier bassin possède des couches de charbons dont la plus puissante mesure 7 mètres. Il y en a cinq. Dans le bassin de Tata on trouve une couche de 6 à 9 mètres dans les formations oligocènes d'eau douce et une couche de 2 mètres d'ans l'étage supérieur de cette formation.

On exploite par travers-bancs et remblais.

La Société produisait 90,000 tonnes en 1892. En 1899 elle a atteint 677,000 tonnes et prévoit en 1900 le tonnage de 900,000 tonnes.

C'est la seconde société hongroise pour le tonnage.

Société privilégiée des chemins de fer autrichiens et hongrois de l'État, à Budapest. — Cette société exposait des produits de ses mines consistant en minerais de fer et en charbons, avec les cartes de ces mines.

Elle exploite, en effet, des mines de fer dans le comitat Krasnö-Szöreny et des charbonnages de houilles et lignites.

Mines de fer. — Les mines sont situées dans un terrain dont les formations principales sont : carbonifère, lias, trias, jurassique, crétacé, tertiaire, diluvium, alluvions.

Le minerai très beau et très pur (fer magnétique, hématite rouge et limonite) se trouve sur les limites du trachyte du calcaire cristallin qui descendent de Bogsan vers le sud.

Les filons et amas ont parfois une puissance de 30 mètres.

Les mines exploitées sont celles de Vaskö-Dognacska, Szaska et Delinyest. On extrait annuellement 160,000 tonnes de minerai de fer.

Charbonnages (Anina, Doman, Szekul et lignites de Mehadia). — Ces charbonnages comprennent trois districts :

1° Houillères de Resicza. — Elles forment la partie septentrionale du bassin de Krasnö-Szoreny. Ce bassin repose sur des schistes cristallins, il est très bouleversé.

Ses formations comprennent des schistes et des grès; elles sont surmontées de grès rouge. On trouve quatre couches de houille dont la puissance varie de 0 m. 9 à 3 mètres. Elles affleurent à Szekul.

On les exploite à Szekul (charbon gras à coke) et à Doman (charbon pur friable).

2° Houillère d'Anina. — Dans ce district les couches sédimentaires les plus profondes qui affleurent sont les grès rouges supportant les terrains liasiques qui renferment la houille, du fer et des argiles réfractaires. Ces dépôts sédimentaires forment des plis allongés dont la disjonction, due à des soulèvements, a découvert les grès rouges qu'ils recouvrent, de sorte que ceux-ci se présentent sous la forme d'une ellipse oblongue entourée de terrains appartenant à une formation plus récente.

Les couches sont, en général, très inclinées. La couche principale est formée par 2 à 4 bancs, variant de 1 m. 50 à 2 m. 20.

3° Lignites de Mehadia. — Les couches sont renfermées dans les formations moyennes tertiaires recouvrant des dépôts sédimentaires du lias en pente rapide. Il y a trois couches dont la puissance varie entre 4 et 9 mètres.

La production totale est la suivante :

	tonnes.		tonnes.
Houilles et lignites.....	455,000	Coke.....	55,000
Minerai de fer.....	165,000	Briquettes.....	28,000

Première compagnie privilégiée impériale et royale de navigation du Danube, à Pécs (Baranya). — Cette compagnie dont les bateaux parcourent le Danube et ses affluents s'est rendue, dès 1852, possesseur de mines pour en extraire le charbon nécessaire à ses services.

Depuis lors elle n'a cessé d'agrandir son domaine et, à l'heure actuelle, elle possède tout le terrain de Pécs et des communes voisines de Szaboles, de Somogy, de Vasas et de Hosszuhetény, sur une longueur continue de 15 kilomètres. Elle possède, en plus,

des mines situées au nord de Baranya qui se développent beaucoup à l'heure actuelle.

Le bassin de Pécs se trouve dans la partie méridionale des montagnes de Pécs. Les roches primitives de ce massif se sont élevées verticalement et avec violence, ce qui est indiqué par les décombres de conglomérat qui se trouvent au sud et au nord. A Pécs, le gisement houiller se trouve dans le lias; les terrains s'inclinent vers le sud-est et le mur du gisement est accompagné du grès rhétien d'une épaisseur de 1,000 mètres environ.

Les couches carbonifères sont recouvertes au sud-ouest par le néogène tertiaire; à Szaboles, par des conglomérats dont nous avons parlé, et au nord-est par des marnes à gryphées et du lias moyen.

L'épaisseur de la formation renfermant les gisements est de 800 mètres et la longueur de ces gisements est de 15 kilomètres du sud-est au nord-ouest. Elle est principalement composée de grès et schiste argileux et accidentellement de marnes. Le grès prédomine au nord-est (Vasas); par contre, le schiste a le plus d'importance au sud-ouest.

On compte plus de 100 couches de houille en partie exploitables, d'une puissance totale de 50 mètres. Il y en a 25 à 30 d'une épaisseur supérieure à 50 centimètres. Quelques-unes atteignent 4 et même 10 mètres sur une grande étendue.

L'exploitation se fait par puits. Le plus profond est le puits «Schroll» 266 m. 94 (Pécs). Dans les couches de houille dure on procède par gradins renversés. Les mines sont plus ou moins grisouteuses.

L'aération se fait par 7 ventilateurs Pelzer et Guibal (370 HP.) fournissant ensemble 11,900 mètres cubes d'air à la minute.

L'éclairage se fait par lampes à benzine.

L'épuisement se fait par 13 machines à la surface et 5 souterraines capables ensemble de 12,790 litres à la minute (mues par l'électricité).

La houille contient de 6 à 25 p. 100 de cendres et son pouvoir calorifique varie entre 7,000 et 7,752 calories.

L'extraction en 1852 était de 2,200 tonnes; en 1889 elle est passée à 405,000 tonnes et a atteint 652,000 tonnes en 1898.

Cette compagnie exposait :

1° Spécimens de charbons, roches et fossiles des formations liasiques;

2° Des briquettes, des modèles d'appareils;

3° Des cartes topographiques et géologiques des mines avec un diagramme de la production (45 années).

Première mine d'or de Transylvanie, Société anonyme, à Boicza (près de Déva). — La mine de Boicza dite *Rudolfi* comprend une partie de la commune de Boicza et s'étend sur deux communes avoisinantes.

La Société a acquis cette mine déjà ancienne à sa fondation, en 1889.

La concession actuelle couvre 1,557,000 mètres carrés.

La région de Boicza possède comme roche dominante le mélaphyre. On y trouve aussi le porphyre quartzifère (dacite) avec des couches superposées de calcaire jurassique. La dacite a percé le mélaphyre et c'est là que se trouvent les filons. Ils ont la même direction nord-ouest au sud-est que la dacite. Ils se présentent surtout au contact de la dacite et du mélaphyre. Leur puissance est très variable, elle est en moyenne de 35 centimètres et atteint parfois 1 mètre.

Le remplissage est assez varié; cependant ses éléments caractéristiques sont le quartz et le spath calcaire dans lesquels se trouvent l'or, l'argent, la pyrite de fer et de cuivre, la galène, le sulfure de zinc et les sulfures d'argent. Le minerai d'argent aurifère s'y trouve à l'état de poudre et l'or quelquefois se rencontre à l'état natif. On exploite 6 filons.

On exploite par gradins renversés. Le minerai, véhiculé par une traction à l'électricité, est extrait et conduit par un câble de 1,200 mètres au bocardage où se font les diverses opérations, en particulier le criblage, le lavage et l'amalgamation. Le bocard californien comprend 50 pilons de 400 kilogrammes.

La Société a produit en 1898 : 212 kilogrammes d'or et 171 kilogrammes d'argent valant 720,000 couronnes. Elle emploie 456 ouvriers. Son capital est de 925,000 florins d'or.

Elle exposait une carte d'ensemble des mines, un tableau graphique de production et des échantillons de minerais et roches.

Société des mines d'or de Ruda « Aux Douze Apôtres » et de Muszáry, à Brad. — Cette Société réunit depuis peu de temps les deux sociétés des Douze Apôtres et de Muszári, dont les expositions étaient séparées.

Ces mines se trouvent dans la montagne, à 3 kilomètres au sud de Brad.

Les concessions des deux sociétés forment six champs d'une surface totale de 12,600,000 mètres carrés.

Douze Apôtres. — Les mines sont dans la montagne Barza.

Les filons aurifères se trouvent dans la formation éruptive tertiaire de trachyte-andésite. Aux étages supérieurs, ils sont blanc grisâtre; dans les parties profondes, ils sont durs et vert foncé.

La roche éruptive peut être désignée comme dacite, renfermant des conglomérats, parfois des pierres rondes appelées *bombes volcaniques.*

A Bárza, les filons renferment le quartz, le calcaire, la pyrite, la blende, parfois la baryte et la pyrite de cuivre.

L'or, quelquefois très rare, se présente autre part en petites masses de plusieurs centaines de grammes. L'or natif se montre soit en forme de mousse ou filaments, soit en noyaux dans le quartz ou en lamelle, sur le quartz, le calcaire et la blende.

A Valeamare, le filon principal varie de 0 m. 01 à 8 mètres de puissance et possède une couleur allant du gris au noir; il renferme, en plus des autres roches ou minerais, du carbonate de manganèse.

En 1898, on a extrait 313 kilogrammes d'or natif et, en tout, la mine a produit 877 kilogrammes d'or. Elle emploie 1,258 ouvriers.

Muszári. — Cette mine possède un bocard californien et un câble de 3 kilomètres, allant de la mine au bocard.

Cette mine est, pour ainsi dire, le prolongement de celle de Barza. — Le remplissage des filons est analogue, on a trouvé il y a quelques années un bloc d'or natif de 50 kilogrammes et souvent on en trouve de 5 kilogrammes.

On a extrait, en 1898, 408 kilogrammes d'or.

La mine emploie 600 ouvriers.

Les objets exposés par les deux sociétés étaient :

1° Échantillons de minerais et roches de paroi;

2° Plan du bocard de Bárza (Douze Apôtres);

3° Plan du bocard de Baconia (Muszári).

Charbonnages hongrois d'Urikany et vallée de la Zsil, société anonyme, à Budapest. — Cette société exposait :

1° Des échantillons de charbons, roches et fossiles;

2° Des plans d'une station électrique, d'un quai à charbon;

3° Des cartes topographiques et géologiques des gisements.

Les charbonnages de la société se trouvent dans la partie ouest du bassin de la Zsil, sur 29,492,000 mètres carrés.

Les neuf couches connues dans cette partie du bassin sont exploitées sur les pendages sud et nord.

Sur le relèvement nord, la puissance des couches varie de 0 m. 65 à 23 mètres, avec havages de schiste, la puissance totale en charbon étant seulement de 0 m. 40 à 18 mètres.

L'inclinaison des couches est de 50 à 70 degrés au sud et de 15 à 60 degrés au nord.

On exploite par tranches horizontales, avec remblais complets pour les couches puissantes et par gradins renversés avec remblais partiels ou sans remblais pour les couches minces.

La mine possède un atelier de criblage en activité et un autre en construction.

Elle emploie 1,033 ouvriers et a produit 220,000 tonnes en 1899.

Union de charbonnages et usines de la haute Hongrie, société anonyme, à Budapest. — Cette société exposait des cartes, des modèles d'appareils, des dessins de logements d'ouvriers et des échantillons de charbons et de roches.

Elle exploite un charbonnage de lignite brun du comitat de Nograd (Salgo-Tarjan). Elle est au capital de 4,000,000 de couronnes. Elle produit 400,000 tonnes et emploie 1,800 ouvriers.

Les mines sont installées avec les perfectionnements modernes.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Depuis 1889 elle a exploité des charbonnages dans le comitat d'Esztergom aux environs de Tokod; charbonnages qui furent transférés ensuite à une autre société.

Administration des mines de S. A. I. et R. l'archiduc Frédéric (mines de fer), à Bindt. — Ces mines exposaient différents échantillons de minerai de fer (cubes de fer spathique).

Elles exploitent une partie des gisements de fer étendus du comitat Szepes. Les filons puissants sont couchés dans le schiste argileux. Jusqu'à la puissance de 4 mètres on procède par gradins couchés; au delà, on opère par tailles à travers bancs.

On extrait annuellement 100,000 tonnes de minerai qu'on grille sur place et qu'on envoie aux forges de Teschen-Trzynietz appartenant au même prince.

Les mines emploient 927 ouvriers.

La perforation électrique (Marvin) est installée depuis 1893, à Bindt.

On exploite à deux endroits, à Bindt et à Zakarfálva. Les premières mines produisent 20,000 tonnes et les secondes 80,000 tonnes.

MM. J.-M. Miller et Cie (mines d'antimoine), à Szalonak (Vas). — Les objets exposés se composaient de minerais stilbite antimonite et de métal raffiné.

La mine exploitée se trouve à Szalonak. Le filon est couché dans le schiste micacé argileux contenant de la chlorite schisteuse.

Les plans de contact de ces deux dernières roches présentent du schiste graphitique.

Le minerai à bocarder contient de 8 à 9 p. 100 d'antimoine. On le concentre jusqu'à 30 et 40 p. 100.

En 1898, on a produit 506,000 kilogrammes d'antimoine en régules et 18,800 kilogrammes d'antimoine cru, d'une valeur totale de 290,000 couronnes. La mine emploie 210 ouvriers.

Union de charbonnages, à Ajka (Veszprem). — Cette société exposait une vue générale et une coupe des mines avec des échantillons de charbon et de roches.

Elle exploite, depuis 1873, des mines de lignites bruns du comitat Veszprem.

Les bancs comprenant des lignites de formation crétacée reposent sur la dolomie et sont recouverts, pour la plupart, par le calcaire nummulitique.

La couche principale se compose d'une couche au mur de 1 m. 50 à 2 mètres et d'une couche au toit de 0 à 51 mètres, séparées par un stérile de 3 à 4 mètres.

Le gisement présente trois rejets considérables dont celui du nord (nord-ouest à sud-est) renfonce la couche à 60 mètres et celui du sud la relève de 31 mètres.

La Société a produit :

1889	78,000 tonnes.
1894	120,000
1898	87,000

Charbonnage des frères Gutmann, à Berzaska, près Drenkova. — Ce charbonnage exposait des échantillons de roches et de charbons ainsi que des cartes minières et des photographies.

Le gisement exploité est situé dans le bassin de Berzaska dont les formations appartiennent au lias moyen; les couches houillères se trouvent dans les dépôts mésozoïques comme à Pécs; elles sont régulières sous formes de lentilles de 10 à 15 mètres d'épaisseur.

La direction moyenne est du nord au sud et l'inclinaison de 50 degrés; le gisement s'étend sur 6 kilomètres.

Le charbon est bon, il a une puissance calorifique de 6,800 à 7,500 calories et donne environ 5 p. 100 de cendres.

La production est annuellement de 51,000 tonnes. La mine emploie 585 ouvriers.

Charbonnages de Sajó Kasa du baron Radvánsky (Mandello et Cie), à Budapest et Sajó-Kaza. — Objets exposés : échantillons et cartes.

Les charbonnages sont situés dans le bassin du Sajó.

Cette formation appartient aux couches sédimentaires de l'époque tertiaire voisine de l'étage miocène.

Ces couches miocènes renferment à Sajó-Kaza trois couches de lignite parallèles. Deux sont exploitables, séparées par 45 de stérile, et ont des puissances respectives de 1 m. 40 et 1 m. 80.

La mine produit 70,000 tonnes. Le lignite produit environ 4,000 calories. Il a une teneur de 10 p. 100 de cendre environ.

Union minière de «Erdövidek», société anonyme. — Cette société exposait des échantillons et une carte générale des mines.

Elle exploite des charbonnages, du bassin de Erdövidek à Köpecz, depuis 1873.

La formation appartient aux couches tertiaires. Elle est très étendue. Le gisement est divisé par des ravins en plusieurs grandes plateures de quelques kilomètres carrés, formant chacune des couches sans rejet. L'épaisseur totale du gisement de charbon est de 10 à 12 mètres, avec inclinaison de 8 à 9 degrés et la direction de l'est à l'ouest. — Il existe trois couches, dont la seule exploitée, celle du haut, a 9 mètres d'épaisseur.

Le charbon est ligniteux, ferme et cassant, de 9 à 10 p. 100 de cendres et donnant 4,247 calories.

On extrait annuellement 50,000 tonnes avec 250 ouvriers.

Société des mines Concordia, Sárkány et Cie, à Csetnek (Gömör). — Cette société exposait des produits de ses mines, des spaths de fer, limonites, etc.

Elle possède des mines de fer et des hauts fourneaux.

Ses terrains miniers appartiennent aux gisements de minerai de fer du bassin de la

Sajó et de la montagne Vashegy-Hradek. On y rencontre en filons ou en amas le spath et la limonite qu'on exploite en galeries. La mine la plus riche est celle d'Ochtina.

La production totale est de 30,000 tonnes par an.

Société anonyme des mines et hauts fourneaux de la haute Hongrie (cuivre), à Budapest. — Cette société exposait des échantillons tirés de ses mines de pyrite de cuivre : pyrites, cuivre natif, soufre brut, etc.

Ces mines sont situées à Szomolnok et la Société les exploite depuis 1890. Les étages inférieurs sont noyés et l'eau cuprifère qu'on en extrait est traitée pour en tirer du cuivre. La pyrite contient environ 46 à 56 p. 100 de soufre.

On extrait annuellement 55,000 tonnes de pyrite, on produit 50,000 kilogrammes de cuivre précipité, contenant 20,000 kilogrammes de cuivre pur. Toute la production vaut 840,000 couronnes. La mine emploie 840 ouvriers.

Thomek (Édouard), à Temeskar. — Objets exposés : collection très intéressante de minéraux divers.

M. Ottokar Jacobs, à Hámor, près de Kassa. — Exposait des échantillons de minerais de fer, spath, hématite et limonite.

La mine la plus importante exploitée par lui est à 3 kilom. 5 de la gare de Hámor. L'exploitation se fait à ciel ouvert; le minerai retiré est de l'hématite rouge.

La teneur moyenne est de 35 à 40 p. 100 de fer.

On produit annuellement 5,000 tonnes. — 45 ouvriers.

ITALIE.

L'exposition minière de l'Italie se trouvait, pour la plus grande partie, dans un bâtiment annexe situé le long de l'avenue de Suffren et contenant aussi une partie de l'exposition allemande.

Le reste de l'exposition italienne était disposé dans le Pavillon des mines et de la métallurgie, comprenant l'exposition officielle du corps des mines au premier étage et l'exposition des forges de Terni au rez-de-chaussée.

L'exposition officielle du corps des mines et celles des grands établissements miniers étaient particulièrement intéressantes par la nouveauté ou l'importance des documents exposés.

Corps royal des mines. — Le corps royal des mines d'Italie, à la tête duquel se trouve M. le commandeur Pellati, exposait au premier étage du Pavillon des mines et de la métallurgie une certaine quantité de documents et d'échantillons minéralogiques du plus haut intérêt.

Le service des mines a subi depuis 1860, date à laquelle il commença à être organisé, plusieurs changements jusqu'en 1885 où le règlement définitif actuel fut établi.

Ses principales attributions sont les suivantes :

a. Service des écoles des mines;

b. Surveillance des travaux des enfants, des chaudières et récipients à vapeur ;

c. Surveillance sur l'application des nouvelles lois sur les accidents dans les mines;

d. Lever et publication de la carte géologique de l'Italie à grande échelle et notices illustrant ces levesr. (Lever au 25000e, publications au 50000e et au 100000e).

e. Service hydrographique dépendant du Ministère de l'agriculture, de l'industrie et du commerce (cartes hydrographiques avec notices et travaux y relatifs); ces cartes très remarquables portent indication complète des zones irriguées et des zones irrigables; les teintes sont placées suivant la perméabilité des terrains, les forces hydrauliques et les canaux d'irrigation sont mentionnés et notés.

Le service publie en outre des travaux d'études et mémoires relatifs à la géologie et à l'art des mines, etc.

Il se compose de 2 inspecteurs, 10 ingénieurs en chef, 26 ingénieurs et 24 élèves ingénieurs. Il lui est adjoint en outre un paléontologue depuis 1890.

Le personnel est réparti en deux bureaux et dix districts miniers.

L'exposition de ce service comprenait entre autres documents intéressants :

Service minier. — Carte minière de l'Italie au 500000e avec indication des gisements divers (mines et carrières).

Carte détaillée des gisements miniers italiens en 170 feuilles aux échelles du 25000e, 50000e et 100000e.

Service géologique. — Bulletins publiés par le Comité royal géologique, avec mémoires descriptifs de la carte géologique et catalogue de la bibliothèque du bureau géologique.

Cartes géologiques diverses au 100000e, au 50000e et au 25000e.

Service hydrographique. — Carte hydrographique du royaume (242 feuilles au 100000e).

Mémoires descriptifs relatifs à cette carte (en 6 volumes).

Diagrammes des terrains irrigués et irrigables avec forces hydrauliques utilisées.

Nous citerons en plus une collection d'échantillons minéralogiques très complète comprenant 1,200 spécimens et des fossiles très curieux.

Société géologique italienne, à Rome. — La Société géologique italienne avait exposé une quantité de travaux et spécimens géologiques de grande valeur. Cette société, qui a toujours eu comme collaborateurs des hommes remarquables, a rendu et rend les plus grands services à l'Italie dans le domaine des sciences géologiques; ses contributions dans les études, les levers, les publications, etc., géologiques et miniers, ont permis au corps des mines de continuer ses propres travaux malgré les faibles ressources budgétaires dont il a disposé dans ces dernières années.

Nous citerons parmi les documents et échantillons intéressants :

1° La collection complète des volumes du bulletin publié depuis 1881 par cette société ;

2° Collection de spécimens des laves de l'Etna, préhistoriques, historiques et récentes (avec photographies de l'éruption de 1892) [prof. Bucca Lorenzo] ;

3° Spécimens de cycadées avec mémoires y relatifs (prof. Capellini);

4° Catalogue de 4,000 échantillons minéralogiques et fossiles, formant une collection datant de 1799 et appartenant au musée de Modène. Ce catalogue manuscrit a été rédigé à cette époque par Megerle, conservateur du cabinet impérial d'histoire naturelle de Vienne.

Cette collection très curieuse a été, au début, la propriété de l'archiduc Maximilien d'Autriche, frère de François IV, premier duc autrichien de Modène. Elle fut donnée en 1819 à l'Université de Modène par l'archiduc;

5° Enfin nous citerons les ouvrages du professeur Canavari, professeur de géologie de l'Université de Pise. Ces ouvrages exposés étaient :

1° Paléontologie italienne en 5 volumes, travail très complet et de grande valeur;

2° «Nomenclator» (système Staderini) des céphalopodes et brachiopodes trouvés en Italie ;

3° Collection de 36 espèces de «ostracodi» du silurien de la Sardaigne.

Ces travaux, placés au milieu de l'exposition de la Société géologique italienne, formaient cependant l'objet d'une contribution personnelle du professeur Canavari.

Ministère des finances, à Rome. — **Salines domaniales italiennes.** L'exposition des Salines italiennes comportait un certain nombre d'échantillons de sel gemme, d'eaux-mères et de sels iodo-bromurés envoyés par le Ministère des finances et par la Société royale des salines et bains de Salsomaggiore.

Nous croyons intéressant de donner ici un aperçu général des salines domaniales italiennes et de quelques procédés nouveaux employés dans les établissements. M. le commandeur Pellati, inspecteur général des mines d'Italie, a bien voulu nous envoyer des documents précieux à ce sujet, documents que nous regrettons de ne pouvoir citer ici entièrement.

Les salines domaniales italiennes appartiennent à l'État qui les exploite directement ou les afferme à des sociétés privées. On peut diviser en quatre groupes les salines exploitées directement par l'État :

1° Salines à évaporation artificielle de Volterra;

2° Marais salants;

3° Mines de sel gemme (saline de Lungro) ;

4° Salines affermées.

Nous allons donner quelques détails sur chacun de ces groupes, et en particulier sur Volterra, Lungro et Salsomaggiore.

1° *Salines de Volterra.* — Ces salines sont situées dans la province de Pise, à 6 kilomètres de la ville de Volterra.

La ville de Volterra est construite sur les couches pliocènes; les bassins sont formés d'une alternance d'argile, de gypse et de sel, formant deux étages : l'étage inférieur est le plus régulier et le plus riche. Les masses de sel sont irrégulières; on suppose qu'elles existaient avant l'époque éocène. Une partie s'est dissoute et a formé les lacs salés des environs de Volterra; l'autre est restée en place. La région a été soulevée suivant une ligne allant de Livourne à Monte Catini; c'est le long de cette ligne que se trouvent les soffioni à acide borique.

Le soulèvement est le reste d'une activité volcanique qui s'est manifestée sous une forme légèrement éruptive, et qui a contribué à soulever les bancs d'argile après l'époque miocène; le soulèvement pliocène a été moins sensible. C'est du miocène que sortent les sources salées. Ce terrain est formé de gypse, de gravier, de sable et enfin d'argile noirâtre, que le bitume rend fétide. Ce bitume provient de la décomposition de matières organiques, abondantes à la fin de l'époque éocène, comme le prouve un gisement de lignite voisin.

Les sondages effectués depuis 1832 ont recoupé de nombreux bancs de sels entre 29 et 99 mètres de profondeur. Ces bancs ont une épaisseur qui varie entre 2 m. 25 et 12 m. 50. L'exploitation actuelle de Volterra se fait par le puits en activité pour l'extraction et un autre pour l'introduction de l'eau dans la mine. Cette exploitation date de 1832. Elle s'est bien développée depuis, en particulier dans la période 1891-1898 pendant laquelle on a procédé à la construction d'un chemin de fer à voie étroite pour les transports de combustibles aux fours et à l'installation d'un atelier de raffinage.

La production depuis 1889 a été la suivante :

	SEL COMMUN. — kilogrammes.	SEL RAFFINÉ. — kilogrammes.
1889	9,414,900	//
1890	8,129,400	//
1891	7,639,000	//
1892	7,617,200	794,500
1893	8,002,300	883,000
1894	8,596,400	871,200
1895	8,646,600	913,300
1896	9,946,400	883,300
1897	9,680,500	919,400
1898	9,585,300	754,900
1899	9,292,800	640,000

L'exploitation se fait par dissolution. Les eaux salées extraites proviennent, soit des sources souterraines, soit des torrents voisins d'où elles ont été captées et conduites au fond de la mine.

La source salée Cerreto a une salure constante de 21 degrés Baumé. Quant aux eaux extraites des puits, elles ont une teneur qui varie suivant la saison, sauf au puits Saint-Antoine qui a un débit constant d'eau à 24 degrés et celui de Saint-Juste, 23 degrés.

L'eau, élevée par les pompes, est amenée des différents puits dans le réservoir, par des conduits appuyés sur des consoles de bois, posées elles-mêmes sur des piliers de maçonnerie à base carrée. Les tuyaux étaient formés d'abord de troncs de sapin ou de chêne creusés, dont les joints étaient garnis de toile goudronnée, mais les tuyaux ainsi formés ayant une section insuffisante, on les a remplacés par des canaux formés de quatre planches goudronnées intérieurement. Ce système tend à se généraliser malgré l'importance de ses fuites.

Le principal avantage des conduites en bois est leur élasticité qui se prête aux mouvements du sol, mouvements qui entraînent constamment les piliers d'appui. Ces mouvements proviennent de l'affaissement des cavités produites par la dissolution.

Près du grand réservoir, la conduite est en plomb. La pente de la tuyauterie est à peu près uniforme et voisine de 1 p. 100. La longueur de la conduite principale est de 2,267 mètres; les autres sont beaucoup moins longues.

L'installation de Volterra comprend deux grands réservoirs en bois placés dans un bâtiment de 65 mètres de long sur 36 de large. La capacité totale est de 1,500 mètres cubes. Les deux réservoirs communiquent entre eux par un tuyau, et chacun avec les chaudières, au moyen de conduites munies d'un robinet. Les chaudières sont au nombre de cinq; elles sont divisées en deux étages : en bas, le foyer, les étuves destinées à durcir les pains de sel raffiné, et les carneaux à travers lesquels circulent les produits de la combustion avant leur arrivée à la base de la cheminée. Au deuxième étage, une première chaudière, dite *de chauffage*, reçoit directement l'eau du réservoir, qu'elle envoie ensuite à une deuxième chaudière munie d'un couvercle démontable en bois; cette deuxième envoie l'eau concentrée dans une troisième chaudière, où le sel cristallise et se dépose en lamelles après une ébullition prolongée; cette troisième et dernière chaudière est recouverte d'un coffrage en bois débouchant au-dessus des bâtiments.

L'égouttage a lieu sur un séchoir en bois. Chaque chaudière a trois foyers munis de portes en tôle; la grille est constituée par des barres de fer mobiles autour de leur axe, au moyen d'une clef carrée. Le cendrier n'est vidé qu'une fois par semaine.

La flamme lèche directement le fond de la chaudière de cristallisation, puis passe sous les deux autres chaudières de réchauffage.

Les premiers carneaux sont en briques réfractaires provenant des carrières voisines de Monte Catini.

Au-dessous de la première chaudière de réchauffage se trouve une étuve pour les pains de sel; les gaz de la combustion traversent l'espace compris entre le fond de la chaudière et la partie supérieure de l'étuve, qui est en tôle consolidée par des barres de fer reposant sur des murs en maçonnerie.

Les trois chaudières sont à des niveaux différents; le passage de l'eau salée se fait au moyen de siphons en fer-blanc. La chaudière de cristallisation est contiguë au séchoir. Un tablier en plomb les sépare. Le séchoir a un double fond en bois recouvert

d'une lame de plomb et reposant sur des rouleaux de bois permettant de l'écarter de la chaudière en cas de réparation.

La chaudière de cristallisation est reconverte d'un grand coffrage en bois. L'eau de condensation est emmenée par une conduite de plomb. Les couvercles des chaudières de réchauffage n'ont de fixe que la cheminée de l'échappement de vapeur; ils sont formés de panneaux mobiles en bois.

Les chaudières de cristallisation ont 8 m. 36 de long, 6 m. 28 de large et 0 m. 37 de haut. Les chaudières de chauffage ont la même hauteur, mais leur base est de 8 mètres sur 4 m. 35; elles sont construites en tôle anglaise de 1 centimètre d'épaisseur.

Une partie du gypse se dépose dans les chaudières de réchauffage. Dans la chaudière de cristallisation, l'ébullition, qu'on appelle la cuite, dure six heures. Une chaudière marche en général sans interruption pendant six jours, au bout desquels il faut désincruster. Après une cuite, l'eau-mère qui reste dans la chaudière de cristallisation s'ajoute à 6 m. c. 8 environ d'eau salée provenant de la deuxième chaudière de réchauffage. Lorsque l'eau atteint son point de saturation, il se forme à la surface une pellicule de petits cristaux de chlorure de sodium soudés. L'ébullition rompt cette croûte et précipite les cristaux au fond de la chaudière; le salinier les pousse au moyen de râteaux vers la partie postérieure de la chaudière où il les prend pour les déposer dans le séchoir. On laisse ensuite le sel égoutter pendant six heures à l'air libre; on le met en sacs et après chaque groupe de deux cuites on l'envoie en magasin après la pesée.

La capacité totale de dix-huit magasins est de 49,400,000 kilogrammes.

L'ensemble des chaudières traite en vingt-quatre heures environ 110 mètres cubes pour lesquels la consommation de combustible varie suivant la richesse des eaux et le degré d'humidité du bois employé comme combustible. On admet, comme moyenne de consommation par 100 kilogrammes de produits, 105 kilogrammes de bois.

Les incrustations (grofo) déposées à chaque cuite sont composées de sulfate de chaux accompagné de sel et forment une croûte qui adhère à la tôle de la chaudière. Ces croûtes sont utilisées pour la préparation du sel dénaturé ou réduites en poudre et vendues à l'industrie. La proportion des croûtes est d'environ 5 p. 100 du sel obtenu.

Les croûtes sont réduites en poudre par un broyeur à roues dentées verticales mû par la vapeur, après concassage à la main et au marteau.

On a remarqué qu'en agitant l'eau sans interruption pendant l'ébullition, on réduisait beaucoup la production des croûtes. Mais cette opération entraîne un supplément de main-d'œuvre et le sulfate de chaux qui accompagne alors le sel de vente le rend plus impur. En outre, la croûte, en empêchant le contact direct du sel avec la tôle, permet au sel de rester blanc.

Chaque atelier a pour annexe un magasin capable de contenir 600 quintaux de sel.

Les sels dénaturés de la première cuite et les croûtes sont utilisés en agriculture et pour les mélanges réfrigérants (vendus en sacs de 50 kilogrammes).

Quant aux eaux-mères retirées des chaudières, elles sont recueillies dans une citerne et vendues aux particuliers ou aux établissements thérapeutiques.

Le quintal des différents produits revient à Volterra aux prix suivants :

		lires.
Sel	commun	2 92 le quintal.
	raffiné	5 67
	pour l'agriculture	3 60
	pour mélanges réfrigérants	3 66

Nous signalerons une nouvelle installation qui vient compléter celle des chaudières de cristallisation dont nous venons de parler, celle du « salogène », dû à l'ingénieur Émilio Gorgo et construit par le directeur des salines, M. l'ingénieur Fabaro.

On verra en détail l'installation de ce four dans la troisième partie; toutefois nous pouvons dire que ce four permet d'utiliser d'une façon plus complète la chaleur du combustible. Il consiste en un cylindre tournant dans lequel se trouve le foyer et sur lequel vient tomber un léger courant continu d'eau salée préalablement chauffé par les gaz du foyer. L'eau s'évapore sur le cylindre et le sel est détaché au moyen de racloirs. Son emploi serait très économique.

2° *Salines* (marais salants). — Ces marais salants sont situés en Sardaigne et en Italie; ils sont assez nombreux. Les salines de Sardaigne, affermées par le Gouvernement de 1882 à 1899, sont actuellement exploitées directement par lui.

La production totale depuis 1889 a été la suivante :

	kilogrammes.		kilogrammes.
1889	4,905,000	1895	1,980,000
1890	4,660,000	1896	3,040,000
1891	3,640,000	1897	4,510,000
1892	4,600,000	1898	3,600,000
1893	3,640,000	1899	5,020,000
1894	3,500,000		

Ces salines sont au nombre de six, dont trois à l'est de Cagliari, deux à l'ouest et une dans l'île de San Pietro.

Les autres salines de l'État sont :

		PRODUCTION EN 1899. kilogrammes.
La saline	de Marguerite de Savoie (près du lac Salpi)	5,502,100
	de Comacchio (près du Pô)	1,648,000
	de Cervia (Adriatique)	11,354,000
	de Corneto Tarquinia (entre Rome et Pise)	4,426,000
	de Porto Ferraio (île d'Elbe)	3,959,000

3° *Saline de Lungro* (sel gemme). — Cette mine de sel gemme est située dans la province de Cosenza. Elle est très ancienne et porte la trace des travaux des Romains. Elle a été exploitée par ces derniers à ciel ouvert. Ce n'est qu'à partir de 1145 qu'on a pratiqué des excavations régulières avec galeries boisées; en 1815, on a commencé le

fonçage de puits et enfin, depuis 1883, on a adopté des perfectionnements successifs dans les procédés d'extraction et de recherches.

La production depuis 1889 a été la suivante :

	kilogrammes.		kilogrammes.
1889	7,459,000	1895	5,520,000
1890	7,169,000	1896	5,820,000
1891	6,161,000	1897	5,962,000
1892	6,514,000	1898	5,466,000
1893	7,115,000	1899	5,109,000
1894	6,712,000		

Le puits principal a 103 mètres de profondeur, dont une partie seulement muraillée. On exploite par gradins renversés avec dépilage descendant.

Les produits de la saline sont : 1° le sel commun; 2° le sel raffiné; 3° le sel pour l'agriculture; 4° le sel pour mélanges réfrigérants; 5° le sel pour l'industrie.

4° *Salines affermées* (saline de Salso Maggiore). — Elle est située à 44 kilomètres de Plaisance.

On trouve dans cet endroit des sources bromo-iodées. On extrait l'eau salée souterraine au moyen de puits dont les profondeurs atteignent 300 mètres, 417 mètres et 683 mètres. Quelques-uns de ces puits donnent des jets plus ou moins intermittents. Le dernier puits de 417 mètres (1897) a un diamètre de 14 centimètres. Il est tubé entièrement en fer et donne, au moyen d'une pompe, un débit d'eau salée pouvant atteindre 120,000 litres par jour.

L'eau est à 14 degrés centigrades; elle titre 16 degrés Baumé.

Sa composition moyenne est, par litre, de :

Chlorure	de sodium	131gr1500	Chlorure de fer	0gr1179
	de lithium	0 1675	Iodure de magnésium	0 0686
	d'ammonium	0 6527	Bromure de magnésium	0 2093
	de calcium	13 3084	Matières bitumineuses	3 7600
	de magnésie	4 9558	Total	154 4600
	d'aluminium	0 0702		

La production annuelle est de 525,400 kilogrammes :

	kilogrammes.		kilogrammes.
1889	671,600	1895	613,600
1890	651,800	1896	561,500
1891	668,900	1897	543,000
1892	668,100	1898	474,300
1893	586,600	1899	525,400
1894	689,700		

D'ailleurs le sel est considéré ici comme produit secondaire, la source salée étant utilisée surtout pour des usages thérapeutiques.

Saline de San Félice, à 14 kilomètres de Venise. — Elle a été installée de 1846 à 1857 par le baron S. de Rothschild, auquel elle est encore affermée jusqu'en 1907. C'est une des plus vastes qui existent.

Elle a produit :

	kilogrammes.		kilogrammes.
1889	1,581,000	1895	14,720,000
1890	2,216,300	1896	1,204,000
1891	6,590,000	1897	2,907,000
1892	2,836,000	1898	3,598,000
1893	9,885,000	1899	5,200,000
1894	13,378,000		

Avant de terminer cette note nous devons signaler que la vente du sel est libre en Sardaigne et en Sicile. Dans cette dernière île, on produit du sel marin et on extrait du sel gemme. Il existait, en 1897, 24 mines dans l'intérieur et 61 salines marines, ces dernières réparties dans les provinces de Syracuse et de Trapani.

Société de Monteponi, à Iglesias (Sardaigne). — La Société de Monteponi exposait dans l'annexe de l'avenue de Suffren une collection d'échantillons de minerais provenant de ses mines en même temps que des cartes géologiques, des plans d'exploitation et des modèles très intéressants d'appareils pour la préparation mécanique des minerais.

Cette société a été fondée en 1850. Elle possède actuellement cinq concessions de mines de plomb et de zinc, deux de lignites et une d'anthracite.

Les mines métalliques exploitées présentent des filons inclinés environ à 70 degrés. L'exploitation se fait partiellement à ciel ouvert au niveau de 60 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Elle comprend des travaux et installations très importants parmi lesquels nous citerons :

a. Une galerie d'écoulement de 4 kilom. 500, destinée à épuiser les eaux du fond des mines d'Iglesias. Cette galerie a demandé cinq années de travail et a coûté 2 millions. Sa section est de 3 mètres sur 2 mètres. Elle sert à l'écoulement de 76 mètres cubes à la minute.

En plus, les mines possèdent deux machines d'épuisement, capables chacune de 16 mètres cubes à la minute (200 mètres de profondeur).

b. Un chemin de fer à voie étroite de 21 kilomètres de longueur transportant annuellement 50,000 tonnes. Ce chemin de fer est relié par un plan incliné à balance d'eau qui permet aux wagons de 10 tonnes de franchir 100 mètres de différence de niveau.

c. Enfin des installations intéressantes pour le traitement mécanique des minerais. Nous citerons parmi les appareils nouveaux des tamis oscillants sur ressorts, des hydroclasseurs de M. Ferraris, directeur de Monteponi, et enfin des trieuses magnétiques du même ingénieur dont nous parlerons plus en détail ultérieurement.

Cette société produit annuellement 1,200 tonnes de calamine à 47 p. 100 de zinc, 3,200 tonnes de plomb raffiné et 3,000 kilogrammes d'argent.

Elle occupe 1,900 ouvriers et a installé pour eux un hôpital, une société coopérative, des cuisines économiques et enfin une caisse de retraite pour les vieux ouvriers.

La direction technique est confiée depuis longtemps à M. E. Ferraris qui a rendu les plus grands services, en particulier par les perfectionnements introduits par lui dans les traitements des minerais.

Société des mines de Malfidano, à Buggera (Cagliari). — La Société de Malfidano exploite en Sardaigne des mines de zinc et de plomb. Ces mines se divisent en deux parties :

1° Le groupe de Buggeru comprenant les gisements de calamine de Malfidano, Planu Sactu et Gennarenas et ceux de plomb et zinc de Planu Dentès, Cuccuru, Farrès et environ.

Les trois premières, les plus importantes, sont situées à 30 kilomètres au nord d'Iglesias sur la côte sud-ouest.

Les roches qui constituent le sol des concessions dans lesquelles sont comprises ces mines appartiennent à deux étages différents : l'un presque exclusivement schisteux, l'autre formé de roches calcaires et dolomitiques. Ces deux étages sont considérés généralement comme faisant partie du système silurien. Les schistes sont très peu répandus; on les voit seulement effleurer dans les vallées et sur quelques cols, mais ils prennent une certaine importance vers la limite est de la concession de Malfidano. Les calcaires occupent presque toute la surface des concessions, ils sont plus ou moins dolomitiques, et quelquefois deviennent aussi siliceux; ils constituent le terrain métallifère par excellence.

2° Le groupe des mines situées autour de la ville d'Iglesias avec les gisements de zinc de Baueddu et Monte Scorra et les mines de plomb de Cabitza, Canali, Bingias et Campera.

La mine de Canali Bingias est à 8 kilomètres à l'ouest d'Iglesias et fait partie de la concession de Monte Scorra.

Les terrains constituant cette concession sont en tout point de la même nature que ceux dont nous avons parlé plus haut pour le groupe de Buggerru. On reconnaît que les calcaires s'appuient en discordance sur la formation arénacée qui constitue le centre de la région métallifère de l'Iglesiente et qui appartient, sans aucun doute, au système cambrien. Aucune trace de travaux antiques de recherches n'a été trouvée dans cette région; les premières recherches dans les affleurements de galène ne datent que de 1860. La Société de Malfidano, à qui, depuis sa constitution, appartient cette mine, n'y a vraiment développé les travaux que depuis 1897.

La mine de Baueddu, faisant aussi partie du second groupe et où l'on exploite une lentille très étendue et puissante de calamine ferrugineuse, est à 13 kilomètres environ au nord d'Iglesias; elle fut découverte par les propriétaires du sol en 1866, puis successive-

ment exploitée par deux sociétés françaises jusqu'à 1884, époque à laquelle elle fut achetée par la Société de Malfidano. Le gîte calaminaire de carbonate de zinc et oxyde de fer est intercalé d'argile et se trouve encaissé dans le calcaire dolomitique reposant sur des phyllades d'époque probablement cambrienne. Les travaux de cette mine ont été limités pendant plusieurs années et c'est seulement en 1897 que l'on a repris l'exploitation avec activité.

Nous regrettons de ne pouvoir donner plus d'extension à la description de ces gisements intéressants.

L'exploitation se fait en partie par galeries et en partie à ciel ouvert. L'épuisement se fait à Malfidano par la galerie « Lucien » ouverte dans ce but. Dans la région d'Iglesias, la mine de Canali Bingias profite de l'épuisement opéré par la grande galerie de Monteponi.

La plupart des calamines des mines de la Société sont des carbonates; les silicates sont rares.

Les calamines de l'amas de Baueddu sont aussi des carbonates mais mélangés d'oxyde de fer. Elles sont relativement pauvres, mais exemptes de plomb et de cadmium et par suite sont préférées pour la fabrication du blanc de zinc.

En plus, on doit signaler des roches et terres imprégnées de calamine qui sont destinées aux laveries.

Celles-ci comprennent deux établissements, l'un à Buggeru (120 HP. capable de 300 tonnes par 24 heures), et l'autre à Malfidano (200 HP. capable de 450 tonnes par jour).

Ces établissements comprennent des débourbeurs et des concasseurs.

La production de minerai en roche a baissé depuis 1889 de 56,000 tonnes à 42,000 tonnes (1899). Par contre, le tonnage des terres calaminaires traitées dans les laveries a augmenté dans une proportion considérable, de 78,000 tonnes en 1890 à 233,000 tonnes en 1899.

Le rendement en produits marchands est le suivant :

	MINERAIS DE ZINC CALCINÉS OU GRILLÉS.	MINERAIS DE PLOMB.
	tonnes.	tonnes.
1890	36,700	547
1899	56,600	2,326

Les teneurs moyennes sont les suivantes (minerais crus) :

En zinc :	Malfidano	44.20 p. 100.
	Genuarenas	44.00
	Planu Sactu	48.00
	Baueddu (oxyde de fer, 36.68 p. 100)	28.15
En plomb :	Canali Bingias	68.48

La Société occupe en tout 4,650 ouvriers.

Les transports se font par voies ferrées qui font communiquer toutes les mines avec le port de Buggeru où les minerais sont chargés en vrac sur bateaux.

Compagnie anglo-italienne des mines de talc et de plombagine, à Turin. (Talc et plombagine.) — Cette compagnie exploite des gisements de plombagine dans la vallée du Chisone, au nord-ouest de Pignerol.

Le graphite se trouve en strates intercalées dans les gneiss, micaschistes et autres schistes cristallins plus ou moins graphitiques. Les gisements où l'on rencontre les couches les plus riches (de 50 à 85 p. 100 de carbone) se trouvent dans une vallée secondaire de droite du Chisone (Risagliardo).

Cette compagnie extrait actuellement 6,500 tonnes de graphite.

Les carrières de talc de cette même compagnie produisent environ 7,000 tonnes.

MM. Larderel (F. de) et Cie, à Livourne. — La maison de Larderel exploite depuis fort longtemps les « soffionis » de Larderello pour l'extraction de l'acide borique. Ces soffionis sortent des terrains éocènes, leur température varie de 80 degrés à plus de 100 degrés.

Ils ne sont pas tous boracifères, car un certain nombre d'entre eux n'émettent que des vapeurs stériles.

La fabrication de l'acide borique par MM. de Larderel date de 1885, époque à laquelle on employa des méthodes spéciales pour éviter les inconvénients des eaux séléniteuses et des émanations d'hydrogène sulfuré.

La maison de Larderel produit actuellement de l'acide borique à 98 p. 100 très pur. Une partie est utilisée sur place pour la fabrication du borate de soude au moyen du carbonate de soude Solvay.

En 1890, la production était de 1,073 tonnes de borax et 43 tonnes d'acide borique. Elle s'éleva encore jusqu'en 1895 pour s'abaisser aux chiffres actuels de 700 tonnes de borax et 81 tonnes d'acide borique (1899).

On produit aussi du sulfate d'ammoniaque (77,000 kilogrammes en 1899).

Les principaux perfectionnements apportés dans l'exploitation consistent en l'utilisation rationnelle des vapeurs des soffionis stériles non seulement pour l'évaporation des eaux-mères, mais encore pour la vaporisation d'eau à 4 atmosphères dans des chaudières spéciales. La vapeur ainsi obtenue permet d'obtenir la force motrice nécessaire à tous les établissements de Larderello.

La maison de Larderel emploie 200 ouvriers dans cinq établissements.

Mines de soufre Trezza, à Cesena (Forli). — La maison Trezza exposait une série d'échantillons des soufres produits dans ses usines, sous forme de canons, soufre raffiné en pains, soufre sublimé, broyé et soufre obtenu en poudre impalpable par soufflage (*ventilato*).

Cette maison, depuis 1892, a pris en main les exploitations de la Cesana Sulphur C°,

des mines de la Société générale des soufres, et enfin récemment a acquis les établissements et mines de la Société Italia (Cabernardi et Bellisio) et de la Société des mines de soufre de Romagne (Bologne).

Elle possède actuellement trente mines exploitées ou en exploitation et cinq usines (deux à Cesana, les autres à Bellisio, Faenza et Rimini).

Les mines produisent actuellement 100,000 tonnes de minerai donnant 18,000 tonnes de soufre marchand.

Ces gisements de la Romagne se présentent la plupart du temps en forme de *dos de bateau*. Les minerais se trouvent dans le crétacé; l'épaisseur des bancs varie entre 1 m. 50 et 3 m. 50.

Le rendement de ces minerais est de 25 p. 100 environ.

MM. Sclopis et Cie, à Turin. (Échantillons de pyrites.) — Cette maison exploite des mines de pyrites de fer à Brosso, près d'Ivrée.

Ces mines qui ont été déjà exploitées du temps des Romains sont constituées par des amas lenticulaires enclavés dans les schistes talco-micacés, ayant une direction E. 80° O. et une inclinaison de 25° S.

La puissance de ces amas varie entre 3 et 4 mètres jusqu'à 40 mètres. La minéralisation est constituée essentiellement d'une masse de pyrite de fer assez compacte d'une teneur en soufre de 45 à 50 p. 100, sans arsenic. Dans le voisinage des failles qui coupent les gisements sous un angle de N. 70° E., on rencontre généralement de la chalcopyrite, de la galène, de la pyrrhotine nickelifère, etc.

Quelquefois la masse pyriteuse est remplacée par du fer oligiste.

La pyrite de Brono présente souvent des cristallisations fort belles.

L'exploitation se fait par des galeries horizontales à différents niveaux. Les produits sont concentrés au pied des mines d'où ils sont portés par un câble aérien de 3 kilom. 500 à la gare de Montalto Dora. Là a lieu la préparation mécanique pour l'enrichissement des pyrites pauvres de 25 p. 100 de soufre que l'on porte à 50 p. 100.

La production de la mine est environ de 100 tonnes de pyrite à 50 p. 100 par jour. Elle occupe 400 à 500 ouvriers.

Cette pyrite est employée à la production d'acide sulfurique ou vendue à des maisons de produits et engrais chimiques.

M. Verderame, à Licata (Sicile). — Exposait un certain nombre d'échantillons de soufre de Sicile où il exploite une mine assez importante.

Le soufre est extrait par le procédé des calcaroni qui donnent la qualité inférieure grise employée pour la vigne.

Le soufre est raffiné dans un établissement capable de 80 tonnes par jour.

M. Rosselli (Angelo), à Livourne. — Exposait des échantillons de minerais de mercure et des coupes géologiques de la mine du Siele, près Santa Fiora (Grosseto).

Cette mine est située dans le district cinabrifère le plus important de l'Italie, celui du Monte Amiata.

Le cinabre du gisement du Siele se trouve dans les calcaires et marnes de l'éocène, sous forme d'amas et de filons au contact du calcaire marneux et des schistes. Les couches ont une inclinaison de 45°N.; mais l'amas plonge dans son ensemble vers le nord-est.

Les parties minéralisées se présentent, dans le plan de l'amas, en ramifications curieuses s'épanouissant de bas en haut.

La teneur moyenne a baissé depuis dix ans. De 8 p. 100 en 1889, elle s'est réduite à 2 p. 100 environ.

La production annuelle s'évalue à 120 tonnes.

Société des hauts fourneaux, fonderies et aciéries de Terni. — Cette société exposait des échantillons des mines de lignite de Spolete et des terrains encaissants, ainsi que des coupes des divers gisements.

Le gisement de Spolete a été reconnu sur une longueur de 3 kilom. 500; sa largeur n'est pas définie. Il appartient à l'époque pliocène.

Les produits de l'exploitation se divisent en quatre sortes : le lignite en gros morceaux, les gailleteries, les grenus (20 à 5 millimètres) et les poussières. Les établissements métallurgiques de Terni emploient les trois premières pour la gazéification et les chaudières. La quatrième est vendue aux agriculteurs.

Le lignite extrait contient 35 p. 100 d'eau. Il se présente sous deux formes, ligneuse et tourbeuse, qui contiennent respectivement 35 et 31 p. 100 de carbone et 64 et 51 p. 100 de matières volatiles.

Sa puissance calorifique est de 2,565 calories.

Les différentes mines ouvertes actuellement emploient 675 ouvriers; elles produisent environ 100,000 tonnes annuellement.

Société italienne des produits explosifs, à Milan. — Cette société s'est fondée en 1891 par la fusion des trois maisons les plus importantes d'Italie. Elle possède par là une fabrication des plus complètes, non seulement au point de vue des explosifs eux-mêmes, mais encore pour les produits qui entrent dans leur fabrication tels que les acides sulfurique, azotique, le coton-poudre, etc.

Actuellement elle fournit la poudre de guerre à la Turquie et la République Argentine.

Sa poudre chocolat est employée par la marine italienne.

Elle produit en plus des poudres sans fumée et enfin dans son usine de Bocceda elle fabrique la moitié de la dynamite employée en Italie.

Elle possède quatre usines importantes, dont une (200 HP.) est consacrée aux poudres noires et chocolat (5 tonnes de poudre noire par jour et 1 tonne de poudre chocolat). Une autre usine fabrique en même temps que la poudre noire du fulmi-coton, du coton collodion et de la poudre sans fumée.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La troisième usine fait la poudre de chasse et de mine.

La quatrième, celle de Bocceda, fait la dynamite (A à 90 p. 100 de nitroglycérine, B. à 8 p. 100).

Société anonyme des mines de Nebida (Sardaigne). — La Société de Nebida, qui avait envoyé à l'Exposition des échantillons de minerais de plomb et de zinc intéressants, exploite depuis 1895 la mine de Nebida qui appartenait auparavant à la « Banca d'Italia ». Depuis, la production a augmenté. Elle occupe environ 1,180 ouvriers. Annuellement elle produit :

Calamine calcinée à 46 p. 100	15,000 tonnes.
Galène à 50 kilogrammes d'argent pour 1,000 de plomb	1,000
Galène à 70 p. 100 de plomb et 500 grammes d'argent	1,000

La Société possède de plus des installations mécaniques importantes pour la préparation des minerais.

Le gisement exploité par cette société est situé à peu de distance de celui de Monteponi. Il est de même nature, encaissé dans les mêmes bancs dolomitiques.

MM. d'Agata (P. et P.), à Catane (Sicile). [Soufres.] — Nous regrettons de ne pouvoir donner de renseignements précis sur l'exploitation minière de MM. d'Agata. Comme tous les exploitants italiens, ils produisent une assez grande quantité de soufre en poudre pour les viticulteurs.

Une partie des soufres retirés de la mine est raffinée.

Chambre de commerce de Sienne, à Sienne. — Exposait une collection assez intéressante de produits minéraux divers de la région de Sienne.

MM. Antico (Ercole) et Cie, à Cagliari. (Mèches de sécurité pour les mines.) — Cette maison, qui porte aussi le nom de Société sarde de matières explosives, date de 1888.

Elle a été fondée en Sardaigne par les principales sociétés minières de l'île, telles que Monteponi, Malfidano, Montevecchio, etc., pour produire sur place les explosifs nécessaires à leurs exploitations.

L'installation a été faite avec la collaboration de la Société française des munitions.

La dynamite est fabriquée dans l'usine d'Antigori (120,000 kilogrammes de dynamite gélatinée à 60 p. 100 de nitroglycérine).

On y produit de plus les acides et les substances chimiques nécessaires. Enfin, on a ajouté la fabrication de poudre de chasse sans fumée.

Un atelier installé à Cagliari par MM. Kinsmen de Seyssel, produit des mèches de sûreté.

Actuellement on monte un nouvel établissement pour la fabrication des détonateurs au fulminate de mercure.

Société sicilienne pour l'exploitation de l'asphalte naturel, à Palerme. — Exposait des roches asphaltiques provenant des gisements du district de Caltanissetta. Ces gisements comprennent une série de couches de calcaire tendre à grain fin, bitumineux, appartenant à la partie la plus basse du miocène moyen et reposant sur les calcaires compacts du miocène inférieur. La richesse en bitume est très variable, de 4 p. 100 dans les couches supérieures elle passe à 16 et même 50 p. 100 dans les couches basses (pietra grassa).

JAPON.

L'exposition japonaise se trouvait au premier étage du Palais des mines au Champ de Mars.

Très intéressante, elle comprenait surtout des collections minéralogiques du département des mines et des documents géologiques envoyés par le service géologique de Tokio. En dehors de cette exposition officielle, on trouvait quelques exposants particuliers.

L'exposition officielle avait été remarquablement organisée par M. Takudji Ogawa, membre du Jury, et l'exposition particulière, par M. Schoudaï.

Direction des mines, au Ministère de l'agriculture et du commerce, à Tokio. — La Direction des mines, qui dépend du Ministère de l'agriculture, est composée d'un directeur, deux ingénieurs et vingt inspecteurs. Elle assure la surveillance des mines et le service des statistiques minérales. Son organisation est assez analogue au service des mines français.

Ce service a fait beaucoup pour le développement minier du Japon, en même temps qu'il favorisait le travail par les mesures de sécurité qu'il imposait.

L'exposition de ce service se composait de :

1° Une collection très intéressante d'échantillons des minerais japonais;

2° Des échantillons de métaux et métalloïdes;

3° Une collection de photographies relatives à l'exploitation des mines;

4° Une brochure très intéressante et très complète sur les mines du Japon. Cet ouvrage important comprenait d'abord une série de statistiques pour la production des mines japonaises et le dénombrement de ces mines par minerai exploité; enfin la statistique de la force motrice employée dans l'industrie minière.

Ces tableaux très intéressants permettent de se rendre compte du développement de cette industrie depuis 1892. On voit ainsi que le Japon a produit, en 1897, 42,040,000 litres de pétrole, contre 13,253,270 en 1892; de même 5,220,000 tonnes de houille contre 3,200,000 en 1892. Le manganèse s'est surtout développé et a passé

de 5,000 tonnes à 15,460; le fer est monté de 18,000 tonnes à 63,000. Quant à l'antimoine, ses variations ont été les suivantes :

		1892.	1897.
		tonnes.	tonnes.
Antimoine	sulfuré	1.339	348
	raffiné	42	825

Les autres métaux ont peu changé; l'or seul s'est un peu développé : 1,063 kilogrammes en 1897 contre 702 en 1892.

A la suite de ces statistiques viennent des monographies très complètes d'un grand nombre de mines du Japon. Les renseignements qui y figurent sont très récents et ont été recueillis par le service des mines en vue de ce travail. Ils sont très méthodiquement classés. Chaque monographie comprend des données topographiques et géologiques, les grandes lignes de l'exploitation, méthodes et appareils, les productions et les débouchés.

Cet ouvrage, publié par la Commission impériale du Japon, jette un jour très complet sur l'industrie minière japonaise et montre les progrès considérables accomplis dans cette branche par ce peuple si industrieux et si actif.

Service géologique impérial du Japon au Ministère de l'agriculture et du commerce, à Tokio. — Le service géologique impérial du Japon a été créé en 1879, sous les auspices de M. E. Naumann, qui fut alors son directeur. En 1881, il fut rattaché au Ministère de l'agriculture. Actuellement, il est sous la direction de M. Tadatsugu Kochibé.

Le service géologique travaille aux levers de différentes cartes et à des études géologiques. Il exécute le lever topographique et géologique de tout l'empire; il établit aussi des cartes géologiques ainsi que des coupes des régions étudiées.

De plus, il fait des études agronomiques détaillées, dresse des cartes représentant les caractères et les positions des différents sols et publie des études sur la constitution de ces terrains et sur les engrais minéraux nécessaires à leur fertilisation.

Enfin, il est chargé des analyses des minerais et des combustibles, ainsi que des différents matériaux de construction.

Il comprend actuellement un directeur et onze ingénieurs; il emploie, en outre, un certain nombre variable d'auxiliaires.

Il est divisé en quatre sections :

1° Section géologique;

2° Section agronomique;

3° Section topographique;

4° Section chimique.

Les cartes publiées par ce service sont à l'échelle du 200000e. Ce sont les cartes détaillées. En plus, il a été publié des cartes générales au 1000000e. Les cartes de reconnaissance sont au 400000e. Quelques cartes de détail sont à des échelles plus grandes.

L'exposition de cet important service comprenait :

1° Une série de cartes topographiques, dont la carte générale du Japon au 1000000e;

2° Des cartes agronomiques très intéressantes au 500000e;

3° Des cartes et coupes géologiques du Japon, dont les plus intéressantes étaient :

a. Le relief des environs du volcan de Fugi;

b. Coupe géologique transversale du Japon central par M. Ogawa, au 100000e (hauteurs au 50000e);

c. La carte géologique de détail de la région houillère (tertiaire) de Chi-Kusen et Buzen au 40000e;

d. La carte géologique générale du Japon au 1000000e. Très intéressante, cette carte montre bien nettement la constitution générale des îles japonaises et la répartition des terrains anciens et tertiaires suivant deux grandes directions presque perpendiculaires.

Nous regrettons de ne pouvoir donner ici une description détaillée de cette carte, que l'on trouvera dans la notice descriptive : *Outliness of the Geology of Japan,* publiée par le service géologique et expliquant la carte dont nous parlons.

Toutefois nous pouvons donner quelques idées générales sur les formations japonaises.

Les roches formant la base des terrains des îles consistent essentiellement, d'une part, en gneiss, schiste-biotite et granit; et, d'autre part, en diverses variétés de roches phyllitiques. La jonction de ces deux systèmes de roches archéennes est généralement indiquée par des failles.

La formation paléozoïque est représentée par les deux systèmes de Chichibu et de Koboloke. Le premier comprend à la partie inférieure les séries de Mikabu et à la partie supérieure le carbonifère. Dans les parties supérieures du paléozoïque on trouve une formation composée surtout de grès et de schistes argileux, c'est le système de Koboloké.

Viennent ensuite les formations mésozoïques.

Les trois grandes divisions sont représentées, mais le crétacé est le plus développé, particulièrement de Kiousiou à Hokkaido, se prolongeant ensuite dans l'île de Saghalien. Le mésozoïque est très souvent traversé par des pointements de granit dont quelques-uns sont recouverts par les terrains crétacés. Dans les formations mésozoïques des provinces de Nazato, Buzen et Chikusen on trouve du porphyre intercalé, ainsi que des couches de tuf porphyritique. Le gabbro et la serpentine se rencontrent fréquemment, recoupant les couches crétacées.

A l'époque tertiaire eurent lieu de grands mouvements de l'écorce terrestre qui ont modifié considérablement l'aspect du sol. La bande arquée des terres japonaises fléchit en son milieu et se brisa, formant ainsi les parties nord et sud du Japon actuel, chacune avec une structure différente. D'autres fractions produisirent encore d'autres subdivisions. La direction générale de ces mouvements est du nord au sud. Elle est particulièrement visible au nord, surtout dans les massifs de Kitakami, Abukuma et Kwanto et sur le versant est des monts Akaishi. Les dislocations dans le sud ont produit

une série de péninsules pointant vers le sud. Dans cette période tertiaire des éruptions volcaniques ont produit de nombreuses couches de tufs, surtout dans le nord et à Hakkaïdo. Les fissures survenues dans les roches volcaniques de cette époque se sont très souvent remplies d'injections métallifères.

Ces éruptions ont continué aussi dans la période quaternaire.

Nous regrettons de ne pouvoir joindre à ce rapport une reproduction de cette carte géologique qui nous a été très obligeamment envoyée par le service géologique du Japon.

e. Des publications du service géologique comprenant des exemplaires du bulletin, des textes explicatifs et diverses études géologiques, en particulier sur la région houillère de Chikusen et de Buzen.

f. Enfin la très complète et très intéressante collection minéralogique de M. H. F. Wada, ancien directeur du service. Cette collection remarquable comprenait des minéraux, des roches, des fossiles et des échantillons des différents sols.

Voici maintenant, l'indication des principales expositions de particuliers :

La Compagnie de chemins de fer miniers de Hokkaido, à Sapporo (Hokkaido). — Échantillons de houilles diverses (tertiaires). Sa production annuelle atteint de 600,000 à 700,000 tonnes.

M. Furukawa (Itibei), à Akitaken. — Exposait des lingots d'argent et des minerais d'argent et de mercure. Les pyrites de cuivre argentifère exposées contenaient jusqu'à 80 grammes à la tonne.

Société minière de Kaïshima, à Fukuoka-Kin. — Exposait des houilles et cartes des mines de Ohno-Oura, Manno-Oura et Ohtsuri. La première mine produit environ 67,000 tonnes et la troisième 4,000 tonnes seulement.

Association des propriétaires des mines de Karatzu, à Saga-Kin. — Cette exposition comprenait des échantillons des houilles bitumineuses de Yoshitani, de Mutabe, d'Aïti et de Hirayama.

M. Hoashi (Yoshikata), à Nagasaki. — Briquettes d'anthracite.

M. Ito (Misao), à Yamaguti-Ken. — Anthracite.

M. Kusumoto (Seishitiro), à Tokio. — Briquettes de charbon de terre.

M Tanaka (Shoyemon), à Hakodaté (Hokkaido). — Échantillons de manganèse (oxydes noirs).

M. Yoshitmi (Takitiro), à Nagasaki-Ken. — Briquettes de charbon.

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG.

L'exposition officielle du grand-duché de Luxembourg était située au rez-de-chaussée du Palais des mines au Champ de Mars. Elle avait été organisée par l'administration des mines du grand-duché. Elle était d'un grand intérêt en raison des ressources considérables des minerais de fer oolithiques de ce pays et de la façon dont le Gouverne-

ment a su en tirer parti non seulement au point de vue financier, mais encore pour développer l'industrie nationale en favorisant l'extension du réseau des chemins de fer.

Les objets et documents exposés étaient les suivants :

1° Deux grands plans en peinture décorative, donnant la situation actuelle du bassin minier, le concessible domanial et les exploitations à ciel ouvert, les galeries principales, l'affleurement des couches minières; les routes, chemins et chemins de fer avec les quais de chargement et de raccordement;

2° Trois grandes planches donnant des coupes dans les massifs miniers;

3° Deux tableaux contenant les noms des propriétaires exploitant les terrains non concessibles;

4° Diverses études sur la formation oolithique du Luxembourg et les pays limitrophes avec des diagrammes de statistiques minières (quantités et valeurs des minerais extraits depuis 1868) avec tableaux statistiques. Ces statistiques sont très intéressantes, elles montrent le développement extraordinaire de l'extraction du minerai de fer dans le grand-duché, en même temps qu'elles font ressortir le perfectionnement dans les méthodes et procédés qui ont augmenté le rendement de chaque ouvrier. Nous donnerons plus loin la reproduction de ces statistiques;

5° Trois coupes en roche massive représentant l'échelle de la formation ferrugineuse dans les points les plus caractéristiques du bassin minier; en même temps, un tableau annexé donnait les analyses moyennes des minerais.

6° Un tableau statistique donnant les productions et prix moyens comparés des minerais de fer en France, en Allemagne et dans le grand-duché;

7° Une carte statistique de la production des carrières du pays.

Cette exposition a été très bien présentée par M. Doudelinger, ingénieur des mines du grand-duché. Les documents et renseignements communiqués sont assez intéressants pour être analysés rapidement ici. Ils se rapportent à l'historique de la législation du grand-duché au sujet des concessions minières et à la constitution même du bassin.

Historique. — Avant 1865, l'industrie des hauts fourneaux du grand-duché utilisait des dépôts d'alluvions ferrugineux très développés au nord du canton d'Esch connus sous le nom de « fer tendre » que l'on recueillait par lavages.

On traitait ce minerai dans des hauts fourneaux au charbon de bois.

On ne consommait alors qu'une petite quantité de « fer fort », minerai pisolithique presque sans phosphore qui se rencontre en amas irréguliers ou empâté dans une argile rouge remplissant des poches superficielles dans le calcaire à polypier.

En 1831, il existait 7 hauts fourneaux au bois et, en 1869, il y en avait 14, marchant tous au coke.

Ce fut alors que l'attention se porta sur la « minette » et que son importance fut révélée.

Par suite de la spéculation effrénée qui se produisit et du nombre considérable de demandes de concessions qui furent présentées au Gouvernement, celui-ci se résolut à étudier la question et à la résoudre par une loi qui fut promulguée le 15 mars 1870.

Elle fixa d'une façon nette les terrains concessibles. D'une façon générale, d'accord avec la loi française de 1791, le propriétaire de la surface avait le droit d'exploiter toutes sortes de mines jusqu'à 100 pieds de profondeur. Ce droit fut maintenu et la hauteur du front de taille lui appartenant fut fixée à 35 mètres à partir du mur de la couche inférieure jusqu'à la crête du découvert.

La loi fixait aussi ces terrains non concessibles appartenant aux particuliers et les terrains concessibles ou domaniaux. Ces derniers devaient être une grande source de revenus pour l'État.

Les concessibles domaniaux comprennent 1,075 hectares dans le bassin de Differdange, 1,031 hectares dans celui d'Esch, soit 2,106 hectares en tout, dont 710 sont concédés aux maîtres de forges du pays et 705 attribués en subvention aux sociétés de chemins de fer.

Les non-concessibles appartenant au particulier (à ciel ouvert) ont une contenance de 1,560 hectares, partagés entre 67 propriétaires. La moitié environ est réellement exploitée à ciel ouvert.

Le régime des mines et minières fut réglé par la loi de juin 1894 après de longues discussions.

Les concessions données en subvention aux chemins de fer ont été rétrocédées par eux à des maîtres de forges et le produit de ces cessions a permis aux compagnies de développer d'une façon considérable leur réseau ou en créer de nouveaux. Ces compagnies sont principalement :

Société des chemins de fer du Prince Henri, qui exploite 162 kilomètres et a reçu en subvention 417 hectares.

Chemins de fer secondaires, qui ont installé pour la première fois en Luxembourg des lignes à voies étroites et ont reçu 3 hectares et demi par kilomètre, soit 142 hectares.

Chemins de fer vicinaux, qui ont reçu 145 hectares de subvention pour couvrir les frais de construction et d'exploitation de 44 kilomètres à voie étroite.

Les concessions aux particuliers ont été faites sur la base d'une rente minière. Les concessionnaires, en effet, payent, par hectare, une rente cinquantenaire de 750 francs qui, en intérêt et amortissement, représente le prix d'achat de la mine, qui reste en nantissement jusqu'à l'expiration des termes de payement de la rente. Le concessionnaire ne peut exploiter annuellement que le cinquantième de son lot.

C'est sur ces bases que 710 hectares furent concédés, procurant à l'État un revenu de 532,500 francs. Chaque concessionnaire a le droit de rachat et peut se libérer de la rente en versant le capital de 13,692 francs, somme qui, en 1898, a été portée à 20,583 fr. 80 (la rente ayant été portée de 750 à 800 francs, capitalisable à 3 p. 0/0).

Sans les rachats, la rente minière produit actuellement 479,100 francs.

Voulant développer encore le réseau des chemins de fer vicinaux, sans favoriser des compagnies particulières par la concession de nouvelles lignes et des nouvelles subventions minières, le Gouvernement résolut de construire et exploiter lui-même.

Dans ce but, l'État s'est constitué le capital nécessaire à la construction de 56 kilomètres, voté par la Chambre des députés, au moyen de la mobilisation de la rente minière.

En 1898, on avait concédé 347 hectares au taux annuel de 800 francs l'hectare, soit une rente de 277,640 francs pendant cinquante ans. Cette rente fut affectée à la construction de ces chemins de fer. Elle sert à constituer un fonds à raison de 4 francs de rente pour 100 francs de capital à emprunter. Le Gouvernement émit des titres

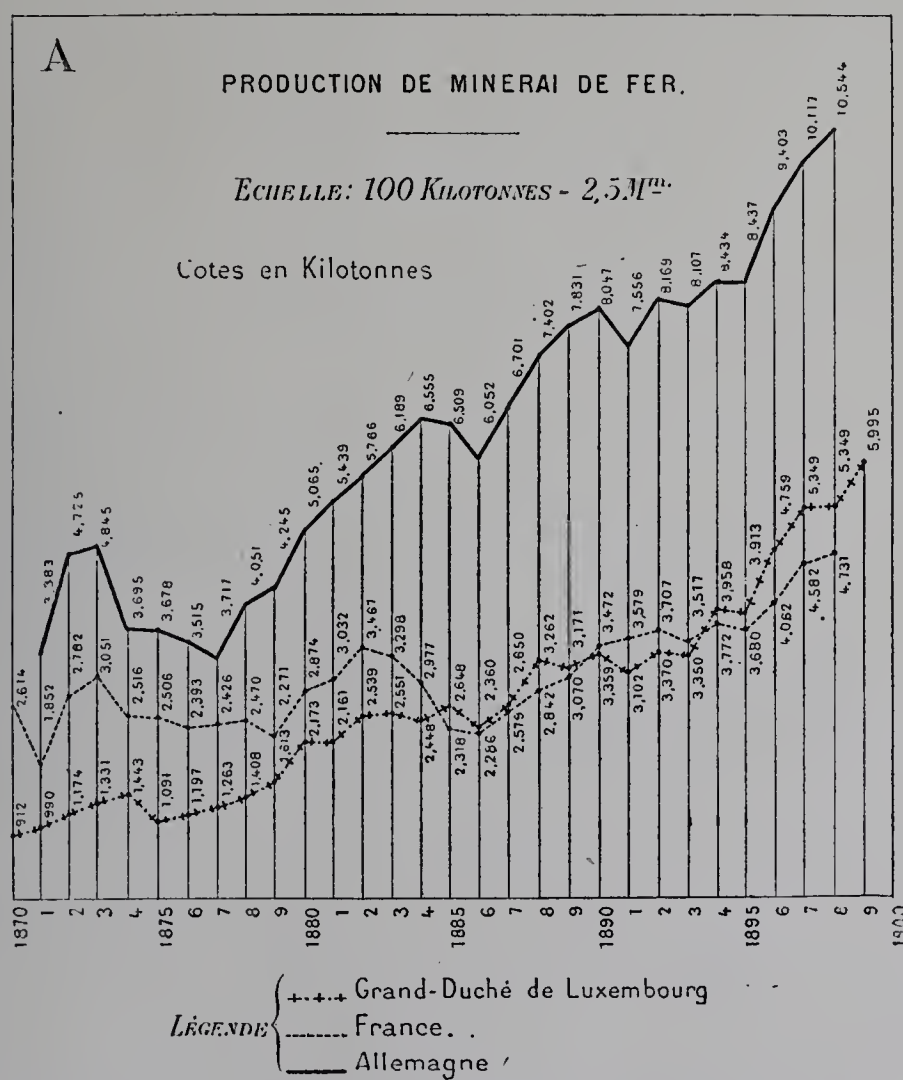


Fig. 69. — Diagramme des productions de minerai de fer, comparées du Luxembourg, de la France et de l'Allemagne.

de 500 francs à 3 1/2 p. o/o. Ces titres, garantis par l'État, sont remboursables en cinquante ans. L'intérêt de 3 1/2 p. o/o est pris sur la rente minière de 4 p. o/o constituée comme nous l'avons dit. Le 1/2 p. o/o restant, augmenté des produits de l'exploitation, sert à l'amortissement.

Tel est l'état actuel de la question et tels furent les résultats financiers et économiques qui ont fait participer tout le pays à cette richesse minière contenue dans le sol du grand-duché.

TABLEAU STATISTIQUE DE LA PRODUCTION DE MINERAI DE FER HYDRATÉ OOLITHIQUE DANS LE GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG DURANT LES 32 DERNIÈRES ANNÉES.

EXERCICES.	NOMBRE D'EXPLOITATIONS.	NOMBRE D'OUVRIERS.	PRODUCTION en TONNES.	VALEUR en FRANCS.	VALEUR par TONNE.	PRODUCTION PAR OUVRIER en TONNES.	PRODUCTION PAR OUVRIER en FRANCS.
1868	"	1,713	691,681	1,633,250	2 36	403,783	952 92
1869	"	1,685	891,943	2,845,820	3 19	529,343	1,688 60
1870	"	2,113	889,236	2,882,035	3 24	420,837	1,363 51
1871	"	2,112	971,673	3,238,875	3 33	459,943	1,531 61
1872	"	2,404	1,157,354	4,193,856	3 62	481,426	1,742 76
1873	"	2,633	1,319,589	4,736,696	3 58	501,176	1,794 19
1874	"	2,893	1,435,935	4,878,056	3 39	496,348	1,682 62
1875	"	1,810	1,090,845	3,794,484	3 48	602,676	2,097 31
1876	"	1,833	1,196,729	3,333,173	2 80	552,880	1,828 06
1877	"	2,009	1,262,825	3,766,747	2 98	628,583	1,873 18
1878	"	2,285	1,407,617	4,212,280	2 99	616,025	1,841 90
1879	"	2,732	1,613,392	4,439,019	2 75	590,557	1,624 05
1880	"	3,656	2,173,463	6,538,544	3 01	594,489	1,789 40
1881	"	3,433	2,161,881	6,247,836	2 89	629,735	1,819 94
1882	"	3,775	2,539,295	7,871,814	3 10	672,662	2,085 25
1883	"	3,510	2,551,090	7,627,759	2 99	726,806	2,173 15
1884	58	3,714	2,447,634	6,608,611	2 70	659,026	1,779 37
1885	58	3,945	2,648,449	6,732,597	2 54	671,341	1,705 21
1886	60	3,015	2,361,372	5,795,320	2 45	783,184	1,918 80
1887	59	3,868	2,649,710	6,675,005	2 48	685,033	1,698 88
1888	62	4,109	3,261,925	7,972,468	2 44	793,848	1,936 98
1889	58	3,848	3,102,753	7,686,812	2 47	816,142	2,015 87
1890	58	4,185	3,359,413	8,208,311	2 44	802,727	1,958 65
1891	57	3,991	3,102,478	7,550,478	2 43	761,948	1,851 53
1892	56	4,066	3,370,352	8,043,631	2 39	828,911	1,981 10
1893	57	4,064	3,351,938	7,797,848	2 32	826,820	1,918 23
1894	60	4,577	3,958,280	9,436,128	2 38	864,601	2,057 75
1895	58	4,587	3,913,076	9,590,443	2 46	853,079	2,098 57
1896	62	5,025	4,758,741	11,852,528	2 49	947,013	2,358 06
1897	68	5,662	5,349,009	13,980,550	2 61	944,735	2,465 77
1898	71	5,648	5,348,951	13,934,186	2 60	947,051	2,462 33
1899	72	6,074	5,995,408	17,031,507	2 84	987,060	2,803 25

Production. — Actuellement, la production est de 6 millions de tonnes, alors qu'en 1868 elle n'était que de 691,000 tonnes; elle a donc presque décuplé depuis cette date. Nous donnons ci-contre les statistiques exposées.

On doit constater le faible prix de la tonne extraite, fait dû aux facilités particulières de l'exploitation; il est de 2 fr. 32 à 2 fr. 84, alors qu'en France et en Allemagne il varie de 3 fr. 20 à 5 et 6 francs.

Gisements. — Le gisement de minerai de fer oolithique hydraté du grand-duché est la continuation et l'affleurement des dépôts sédimentaires ferrugineux de même nature qui

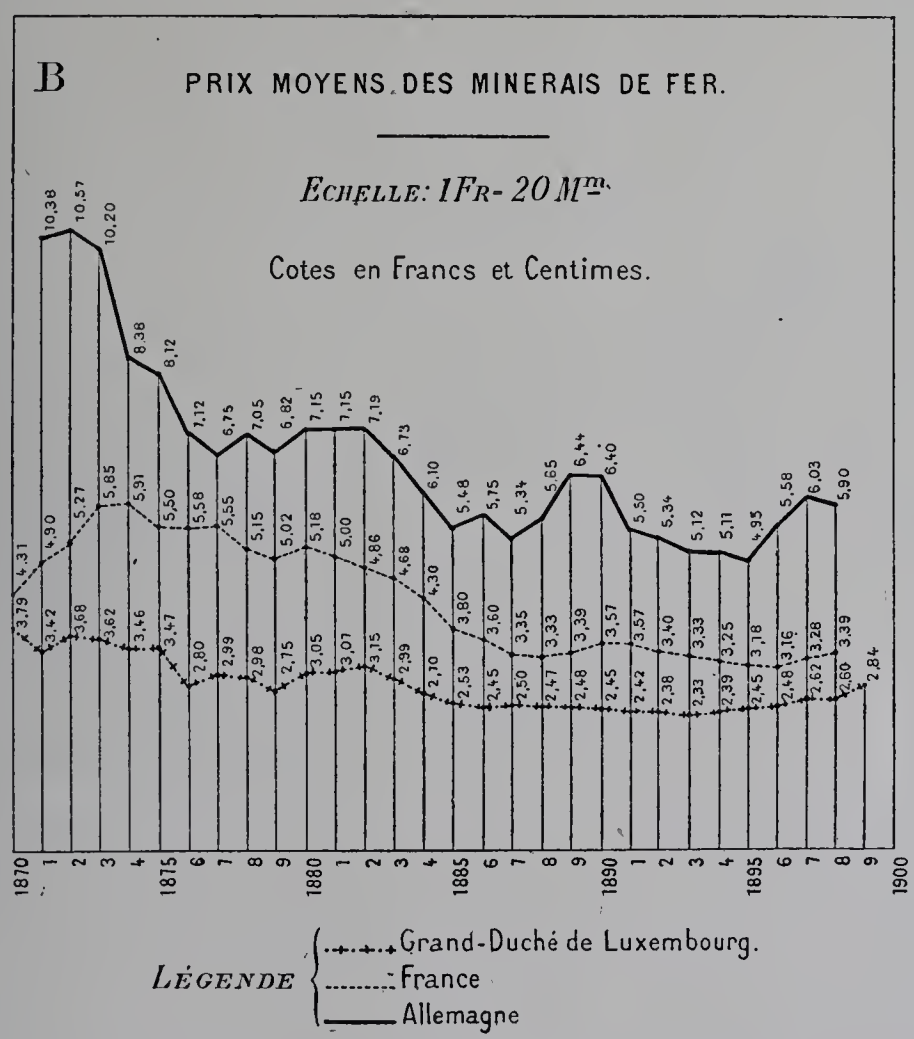


Fig. 70. — Diagramme des variations du prix moyen du minerai de fer dans le Luxembourg, en France et en Allemagne.

s'étendent au sud sur une bande de 100 kilomètres sur 40 en France et en Lorraine allemande.

Il appartient à la base du Jura moyen. Son inclinaison participe à l'inclinaison générale des formations du bassin de Paris. On y rencontre des dérangements nombreux et presque toutes les failles vont du nord-est au sud-ouest, recoupées, d'ailleurs, par des rejets secondaires dans la direction des couches, mais moins accentuées.

La richesse est très variable. Alors que dans le bassin d'Esch on exploite quatre

COMPOSITION MOYENNE DES DIVERSES COUCHES MINIÈRES DE LA FORMATION HYDRATÉE OOLITHIQUE FERRUGINEUSE DANS LE CANTON D'ESCH (GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG).

ÉLÉMENTS.	BASSIN DE RUMELANGE-DUDELANGE.					BASSIN D'ESCH.						BASSIN DE DIFFERDANGE-LAMADELAINE.				
	COUCHE			ROGNONS de mine	COUCHE	COUCHE				ROGNONS de mine	COUCHE	COUCHE			COUCHE CALCAREUSE	
	GRISE.	JAUNE.	ROUGE triée.	ROUGE.	SILICEUSE.	NOIRE.	BRUNE.	GRISE.	ROUGE triée.	ROUGE.	SILICEUSE.	NOIRE.	GRISE.	ROUGE.	MINE FINE.	CALCAIRE.
SiO^2	6.84	7.50	7.54	3.75	41.96	13.35	12.90	9.10	8.41	7.28	41.96	16.10	15.68	14.76	11.03	8.48
Fe^2O^3	47.91	50.04	58.10	23.04	38.49	56.29	58.65	44.06	58.54	32.69	38.49	56.49	57.28	53.77	59.14	25.95
Al^2O^3	5.23	5.44	4.74	3.34	4.57	6.10	6.89	3.62	4.85	4.46	4.57	6.43	6.63	5.78	5.79	2.28
CaO	16.34	15.60	7.68	36.04	4.93	6.44	4.10	18.05	7.40	23.85	4.93	5.30	5.20	6.94	6.32	33.32
MgO	0.52	0.55	0.79	0.42	0.80	1.06	0.75	0.65	0.70	0.65	0.80	0.85	0.82	0.91	0.16	0.93
P^2O^5	1.80	1.90	2.27	1.34	1.66	2.31	2.04	1.56	1.77	1.54	1.66	1.88	1.91	1.84	1.83	1.09
Mn^3O^4	0.80	0.80	0.52	0.28	0.36	0.54	0.52	0.44	0.58	0.43	0.36	0.51	0.47	0.61	0.40	0.29
Fer mét.	33.24	36.03	40.67	16.13	27.63	39.49	41.06	30.84	40.98	22.88	27.63	39.20	40.10	37.71	41.40	18.17
P	0.80	0.85	0.99	0.58	0.72	1.00	0.88	0.67	0.77	0.67	0.72	0.81	0.83	0.80	0.79	0.53
Mn	0.38	0.40	0.37	0.20	0.26	0.39	0.37	0.32	0.42	0.31	0.26	0.36	0.33	0.45	0.28	0.21

couches, sur une hauteur totale de 10 à 11 mètres, elle diminue au nord-est et à Dudelange se réduit à 3 à 4 mètres en deux couches.

A Differdange, on exploite généralement trois couches de 6 à 7 mètres de puissance totale.

Couches. — Nous donnons ci-contre un tableau de la composition des couches dans les trois bassins. Ces couches varient de cinq à deux en général.

La couche calcareuse rouge, d'une puissance de 2 à 3 mètres, est d'une composition parfaite pour le lit de fusion sans mélange, c'est le minerai selfsmelting trié et séparé

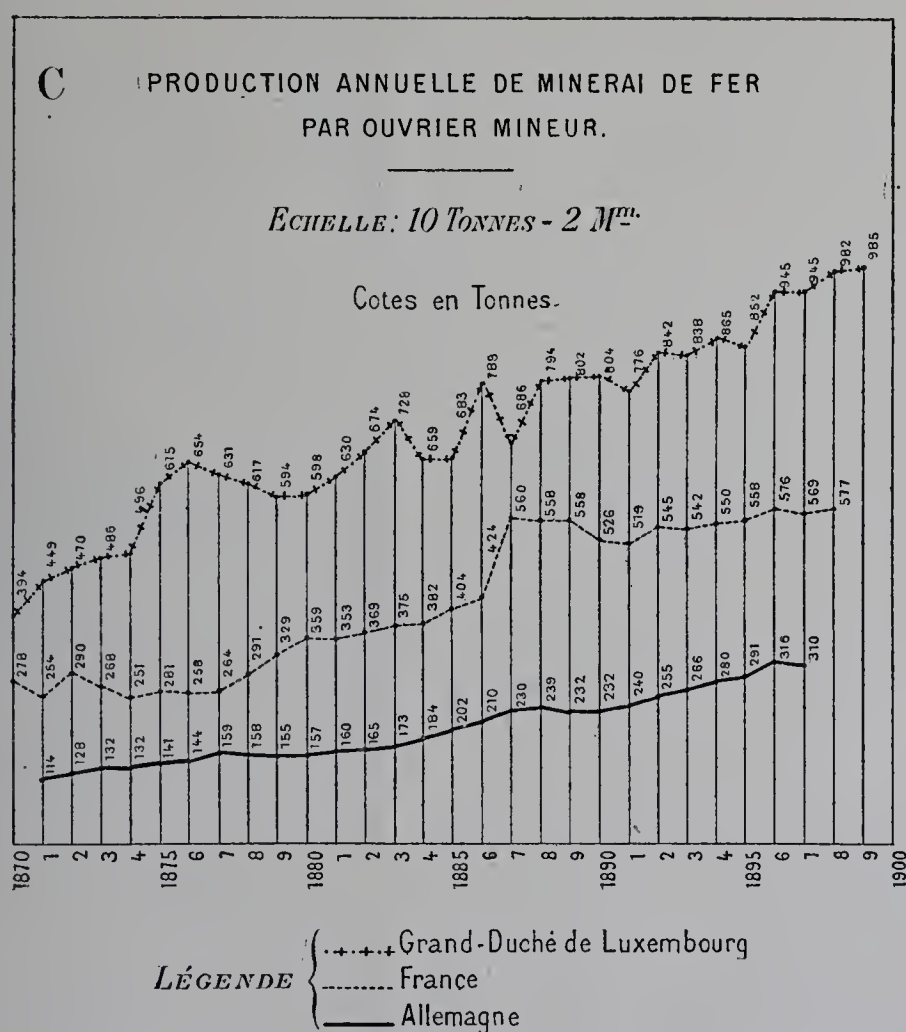


Fig. 71. — Diagramme de la production de minerai de fer annuelle par ouvrier, dans le Luxembourg, en France et en Allemagne.

des rognons qu'il contient, tenant 40 p. 100 de fer, 7 à 8 p. 100 de chaux et à peu près autant de silice.

Cette couche devient inexploitable à Dudelange.

La couche grise, au contraire, est la plus importante à Rumelange. Elle contient 30 à 33 p. 100 de fer, 16 p. 100 de chaux et 6 à 7 p. 100 de silice.

La couche jaune est intermédiaire entre la grise et la rouge et sa teneur en calcaire est variable.

Les couches brune et noire n'existent pas partout; on ne les rencontre pas au delà de la faille « Mittelspung », située entre Esch et Rumelange; elles sont riches en fer, siliceuses et faciles à exploiter.

Nous avons joint à cet exposé, une reproduction de trois diagrammes exposés, qui font ressortir les résultats obtenus en comparaison avec la France et l'Allemagne (fig. 69, 70 et 71).

MEXIQUE.

L'exposition des mines du Mexique se trouvait au rez-de-chaussée du pavillon mexicain et sur la berge de la Seine, près de ce palais. A part l'exposition du Département des mines et celles de la Compagnie du Boleo, et de quelques autres compagnies, les 194 exposants mexicains n'avaient envoyé que des échantillons de minerais. L'organisation de cette section mexicaine avait été confiée à M. Carlos Sellerier, chef du Groupe XI, ingénieur des mines. Nous regrettons de ne pouvoir donner de cette exposition qu'une analyse générale. Seule, la Compagnie du Boléo a donné des renseignements intéressants sur son exploitation. Nous ne pourrons donc qu'énumérer les autres exposants, sans détails sur leurs concessions, mines ou entreprises.

D'une façon générale, cependant, cette exposition a été intéressante, car les nombreux échantillons envoyés de tous les États du Mexique montraient fort bien la richesse minérale de ce pays, et l'essor qu'il pourra prendre par la mise en valeur des gisements non encore exploités. Le développement minier du Mexique a été très remarquable pendant les dix dernières années. M. Carlos Sellerier nous a communiqué des chiffres qu'il est bon de reproduire, dans le but de bien montrer ce développement. La production minière totale, en 1893-1894, a été de 43,200,000 piastres; en 1898-1899 elle a atteint 148,900,000 piastres, soit une augmentation de 240 p. 100 environ. Dans ces derniers chiffres, pour 1899, le cuivre entrait pour 16,000 tonnes, le plomb pour 81,000 tonnes, l'argent pour 1,780,000 kilogrammes et l'or pour 16,600 kilogrammes.

C'est cette production minière qu'illustraient les échantillons exposés, parmi lesquels les plus remarquables étaient les minerais argentifères et aurifères, les minerais de plomb et de cuivre, et enfin les spécimens de houilles diverses, d'anthracite et de coke naturel.

L'exposition du **Département des Mines du Ministère de Fomento**, à Mexico, se composait d'œuvres diverses sur les mines et l'industrie minière du pays; de statistiques concernant les concessions minières, la distribution de la richesse minérale et la production des mines. Enfin, on y trouvait les collections des bulletins de l'Institut géologique du Mexique, avec les travaux exécutés par lui. Nous citerons, en particulier, la *Carte géologique du Mexique*, au 1/3000000, dressée par les soins de cet Institut (fig. 72), ainsi qu'une grande coupe transversale de l'océan Pacifique, au golfe du Mexique.

Carte géologique du Mexique

d'après la carte publiée en 1897 par l'Institut géologique de Mexico

Fig. N° 72.

C. F. E

Ces documents illustraient une étude géologique générale du pays, publiée en 1897 dans le bulletin de l'Institut. Nous reproduisons une carte générale à petite échelle, résumant ces travaux et donnant une idée très nette des trois grandes divisions du sol mexicain.

L'une, la plus ancienne mais la moins étendue, est constituée par un grand massif de granits, de gneiss et de schistes, qui occupe la plus grande partie de la région Sud du pays. Elle s'étend surtout le long de la côte du Pacifique, formant une étroite bande, interrompue en quelques endroits et envoyant des ramifications vers l'intérieur du pays.

La seconde, qui est la plus étendue, est essentiellement formée de terrains sédimentaires depuis la fin du paléozoïque jusqu'aux dépôts modernes; elle occupe les parties du nord, du centre, de l'est et de l'extrême sud du pays, avec quelques ramifications à l'ouest et au sud-est.

Enfin la troisième, dont l'importance est presque égale à la seconde, se compose principalement des roches éruptives modernes, distribuées toutes en quantité dans la chaîne de montagnes de la Sierra Madre del Pacifico, dont elles constituent la plus grande partie du massif. Elle s'étend vers l'est, dans la région centrale du pays, et se présente dans quelques endroits du nord, du nord-est, du sud et du sud-est.

Compagnie du Boléo, à Santa Rosalia (Basse Californie). — Exposait une collection très curieuse des minerais de cuivre de ses mines, et, en particulier, des cristaux de boléite, du cumengite, etc. De plus, on y trouvait des coupes géologiques et des photographies des mines.

Nous reproduisons quelques renseignements intéressants fournis par l'exposant.

La Compagnie a été fondée en 1885 pour exploiter les gisements de cuivre du Boleo (Basse Californie, Mexique), sur lesquels des travaux, forcément peu profonds et peu étendus, avaient déjà permis d'extraire et d'exporter en Europe une assez grande quantité de minerai choisi, d'une teneur en cuivre d'environ 15 à 20 p. 100.

Topographie et géologie. — La région dans laquelle se trouvent concentrées les exploitations du Boleo présente, dans son ensemble, une structure physique assez simple. C'est un grand plateau à pente assez régulière dirigée vers la mer, avec une orientation moyenne de N. 45° E.; l'uniformité de ce plateau est interrompue dans la concession du Boleo par quelques pointements trachytiques comme ceux du Sombrero Montado, de la Juanita, du Curuglu, etc., et en dehors de la concession, vers le nord-ouest, par les pics des Trois Vierges, de Santa Maria; vers le sud-ouest et jusqu'à la chaîne centrale on n'aperçoit plus guère qu'une série presque ininterrompue de chaînons éruptifs.

Le plateau du Boleo est recoupé par sept cañons importants : ceux de Santa Agueda, du Sombrero Montado, de la Providencia, du Purgatorio, de la Soledad, de Santa Rosalia et de l'Infierno, et par une série de petites vallées secondaires. L'orientation moyenne des cañons principaux, en écartant des inflexions locales, est le N. 45° E.;

la pente est variable d'un cañon à l'autre, mais elle est toujours caractéristique d'un régime torrentiel, à pente moyenne variant de 1 à 3 p. 100.

La région est essentiellement constituée par des terrains d'origine sédimentaire et par des roches éruptives.

Les terrains sédimentaires qu'on rencontre au Boleo appartiennent à deux catégories bien distinctes; les uns sont des terrains de sédimentation mécanique et sont formés par des tufs, des grès et des conglomérats, les autres sont des terrains de sédimentation ou de précipitation chimique, et sont formés par des dépôts calcaires, dolomitiques, gypseux, manganésés et cuivreux.

Ces terrains sédimentaires, au Boleo, consistent en un premier étage calcaire et fossilifère auquel succède un étage, que nous appellerons étage métallifère, constitué alternativement par des assises de tufs et de conglomérats, avec intercalations à divers niveaux, principalement au-dessus des conglomérats, de dépôts minéralisés.

Nous nous étendrons sur l'étage métallifère qui comprend des terrains de sédimentation mécanique et des terrains de sédimentation chimique (fig. 73).

a. *Terrains de sédimentation mécanique.* — Ce sont des tufs et des conglomérats. La paléontologie ne peut être d'aucun recours pour la classification de ces tufs, car on n'y rencontre que des débris ligneux à tous les étages et quelques rares bivalves à l'étage supérieur. Toutefois, la *cinta colorada* fournit là où elle existe, car elle disparaît parfois, un point de repère précieux dans la série des couches métallifères.

La texture des tufs est tantôt gréseuse et compacte, tantôt nettement boueuse avec grains indiscernables. Elle devient plus cristalline dans le voisinage des massifs éruptifs, qui ont métamorphisé les tufs encaissants.

La *cinta colorada* est un grès rouge d'aspect souvent porphyrique, qui forme une bande d'environ 1 m. 50 d'épaisseur au-dessus de la couche cuivreuse, dite *N° 3*, et à une distance de cette dernière comprise entre 16 et 40 mètres.

Les conglomérats subordonnés à l'horizon métallifère se présentent à trois niveaux principaux, situés respectivement aux murs (ou dans leur voisinage), des couches cuivreuses, dites *N°s 1, 2 et 3*. Leur puissance est éminemment variable, car ce sont des formations de rivage et ils en présentent tous les caractères de variabilité.

A tous les niveaux de ces conglomérats on trouve que les mêmes roches en forment les éléments constitutifs; trachytes à grandes aiguilles d'amphibole, rhyolites, andésites, basaltes, laves labradoriques plus ou moins scoriacées.

b. *Terrains de sédimentation chimique.* — On y distingue :

Du calcaire dolomitique, peu important et ne présentant qu'un intérêt théorique.

Des couches manganésées, qui sont tantôt à des niveaux distincts de ceux des couches cuivreuses, tantôt, au contraire, ne sont que le prolongement de ces dernières. Elles renferment de la pyrolusite (MnO^2), de la braunite (Mn^2O^3), des oxydes hydratés et ferrifères (Wad) et des hydrosilicates de fer et de manganèse. Ces couches n'ont été ni exploitées, ni étudiées à fond.

Des amas gypseux lenticulaires, qu'on rencontre surtout au nord de l'arroyo de

Soledad, et dont l'épaisseur atteint 20 à 40 mètres.

Des couches cuivreuses, sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Roches éruptives. — Il existe au Boleo deux catégories de roches éruptives : le granit et les laves.

Le granit se rencontre seulement à la limite Nord de la propriété, dans l'arroyo de las Palmas, émergeant au milieu de grès. Ce granit est intéressant au point de vue géologique, car les exemples de granit d'âge tertiaire sont assez rares. Il est même probablement, au Boleo, la dernière venue des roches éruptives, car on n'en trouve aucun vestige dans les éléments roulés des conglomérats.

Les laves, plus ou moins riches en olivine, forment des massifs d'étendue variable (Sombrero Montado, Juanita, etc.). Chacun de ces massifs est constitué par la superposition de couches distinctes de laves de couleur et de texture différentes. Il est du reste fréquent de rencontrer, entre deux couches de laves, une couche de tufs interposés.

Ces massifs éruptifs sont les points d'émergence de nappes éruptives sous-jacentes courant dans une direction N. 45° O. Dans l'étendue du Boleo, on peut observer cinq nappes distinctes.

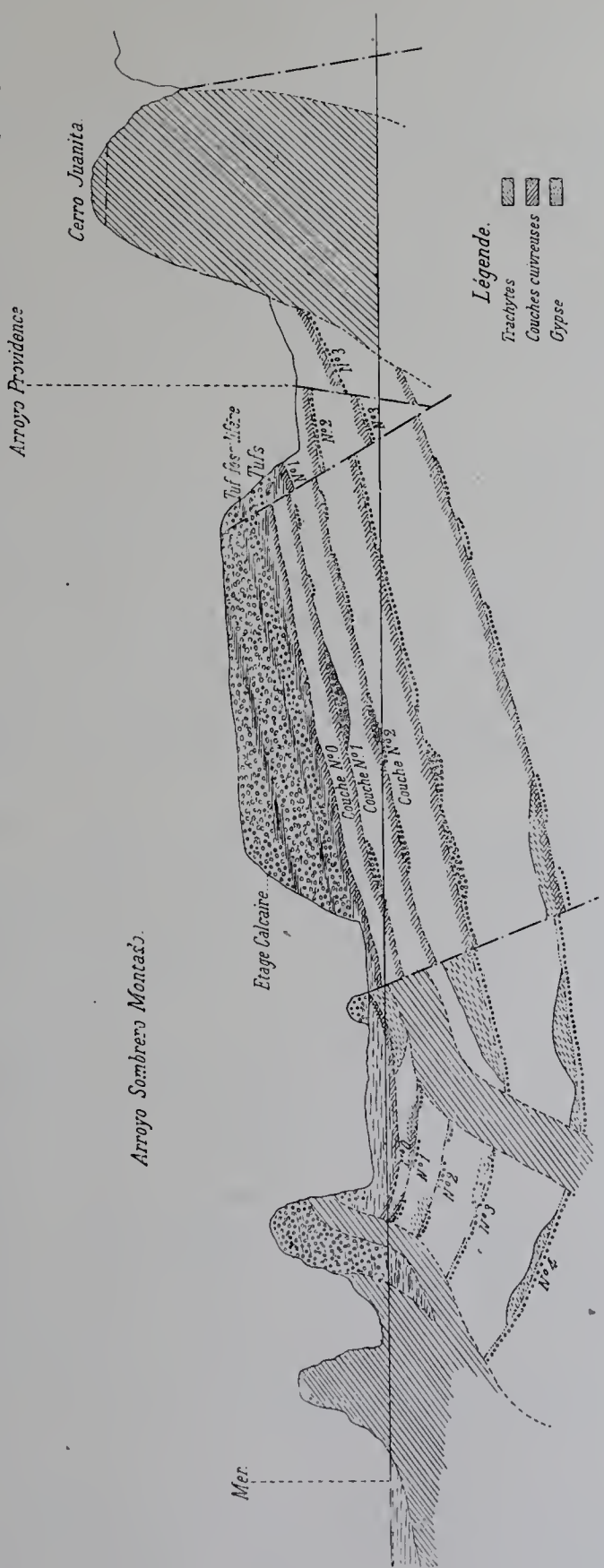


Fig. 73. — Coupe schématique et idéale des gîtes cuivreux du Boléo, par le Cerro Juanita et l'arroyo de Sombrero Montado.

Les éruptions qui ont donné naissance aux diverses nappes de laves se sont produites partie avant et partie après le dépôt des couches métallifères.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Accidents, plis et failles. — On constate au nord-ouest des concessions les traces d'un double plissement suivant des directions nord-est et nord-ouest. Plus au sud, les ondulations sont moins nettes; elles ont été, sans doute, remplacées par des failles. On constate alors un plongement général des strates oscillant du sud-est au nord-est, avec inclinaison de 5 à 10 degrés. Au voisinage des massifs éruptifs, le redressement des couches devient beaucoup plus sensible.

On observe aussi une variation de plongement assez notable quand on passe d'une série d'assises à la suivante; ce plongement allant en augmentant à mesure qu'on s'approfondit. Elle devient plus importante au voisinage de l'ancienne ligne de rivage du dépôt considéré. Il est donc probable qu'il s'est produit un mouvement de bascule du continent riverain, ayant abaissé successivement le niveau d'une partie des sédiments.

La présence des lits de conglomérats à divers niveaux semble indiquer qu'il y a eu, à divers moments, des mouvements brusques qui ont modifié le régime des courants. A l'appui de cette hypothèse on constate que des accidents, qui ont affecté la troisième couche cuivreuse, ne sont pas perceptibles dans les horizons supérieurs.

Toutes les failles rencontrées jusqu'à présent ont une orientation comprise entre nord-ouest et nord-sud; elles sont toutes directes, c'est-à-dire que pour chacune d'elles le mouvement s'est produit comme si le toit avait glissé sur le mur. Les diverses failles ne s'affectent pas les unes les autres, de sorte qu'elles doivent être contemporaines.

Parmi les failles les plus importantes du Boleo, il convient de noter celle de Curuglu, dont le rejet atteint une amplitude de 60 mètres.

Couches cuivreuses. — La couche n° 3 a été, depuis l'origine des travaux, la couche vraiment industrielle du Boleo. C'est elle qui a fourni à la Compagnie du Boleo la presque totalité de ses minerais et les traçages qui l'ont reconnue atteignaient à la fin de 1899 un développement de plus de 150 kilomètres de longueur. Les exploitations en deuxième couche sont des plus restreintes, et presque nulles dans les autres couches, encore plus minces et irrégulières, et en grande partie érosionnées.

L'allure des couches cuivreuses est la même que celle des terrains encaissants.

On peut admettre que la puissance moyenne des parties exploitées jusqu'à présent dans la troisième couche est d'environ 1 mètre. Mais cette puissance moyenne ne donne pas une idée des variations locales de la puissance exploitable. Cette dernière a atteint 4 et 5 mètres dans les anciennes régions de Carmen et d'Amelia, et 3 mètres en certains points de la région San Francisco, tandis que, par ailleurs, elle descend à 0 m. 30, 0 m. 20 et même à 0.

Le cuivre se présente dans la couche n° 3 sous forme de minerais oxydés ou sulfurés, associés à des minerais de fer et de manganèse, à de la silice, à du sulfate de chaux et accompagnés en quelques points d'espèces minérales rares, argentifères, plombifères, cobaltifères, etc. Tous ces minéraux et minerais sont répartis dans une gangue tuffacée ou argileuse, qui, dans certaines régions, devient stéatiteuse et onctueuse au toucher. En cet état, on l'appelle Jaboncillo.

Les minerais oxydés de cuivre qu'on rencontre sont l'oxyde rouge, l'oxyde noir, le carbonate bleu, le carbonate vert, l'atacamite, le chrysocolle.

L'oxyde rouge se présente en rognons, en mouches, en enduits. L'oxyde noir se rencontre le plus souvent en enduit pulvérulent, et les autres en plaques, plaquettes, veines, rognons, mouches. En certains points, le carbonate bleu de cuivre affecte une forme oolithique très curieuse; on a donné le nom de *Boleos* à ces oolithes cuivreuses.

Les minerais sulfurés de cuivre sont représentés par les sulfures noirs, qu'on rencontre généralement à un état de division extrême, dans la gangue argileuse, et quelquefois par de la chalcopyrite; mais celle-ci est rare et n'existe qu'en petites bandes.

Le manganèse, compagnon habituel du cuivre au Boleo, se montre à l'état d'acerdèse (Mn^2O^3, H^2O), à l'état de pyrolusite (Mn^2O), à l'état de Wad et enfin à l'état d'hydrosilicates complexes de fer et de manganèse (Quemazon), lesquels renferment toujours une certaine proportion de cuivre.

Le fer se rencontre à l'état oxydé dans les gangues, ou associé sous forme de limonite aux oxydes de manganèse.

La silice se présente à l'état de silicate métallique ou sous forme colloïdale ou de jaspe noir ou rouge.

Le gypse est très abondant.

A côté de ces espèces minérales, dont l'association en proportions diverses constitue le remplissage normal de la couche cuivreuse, on rencontre quelques minéraux exceptionnels n'offrant qu'un intérêt théorique.

Boléite ou oxychlorure de plomb, cuivre et argent.

Cumengéite ou oxychlorure de plomb et cuivre.

Phosgenite ou chloro-carbonate de plomb.

Sphérocobaltite ou carbonate de cobalt.

Enfin, de la pyromorphite, de la cérusite, de l'anglésite, du soufre natif, du cuivre natif, etc.

L'exploitation se contente de classer les divers types de minerais en rappelant dans leur désignation leurs principales caractéristiques comme apparence ou composition. Nous avons conservé ces désignations pour les échantillons de minerais que nous avons exposés. Nous citerons ici les catégories principales :

1° *Minerais ferrugineux*, comprenant comme variétés les ferrugineux à atacamite et les jaunes ocreux à atacamite; les ferrugineux silicatés et les jaunes ocreux silicatés avec ou sans atacamite.

2° Les *minerais silicatés* ou *argilo-silicatés*.

3° Les *minerais manganésés*, comme les gris manganésés et argilo-manganésés, les grès sulfurés, etc.

4° Les *tufs* à atacamite, à azurite, à malachite, à oxyde noir.

5° Les divers *Jaboncillos*.

6° Les *minerais argilo-sulfurés noirs*. La proportion de ces derniers augmente à mesure qu'on descend dans la couche et devient prédominante à partir d'un certain niveau, qui se tient aux environs de la cote 50 au-dessus du niveau de la mer. Il est probable qu'au-dessous du niveau hydrostatique, on ne trouvera plus que cette espèce de minerai.

En ce qui concerne les minerais oxydés qui commencent au-dessus du niveau hydrostatique (cote + 23), leur proportion d'abord faible va en augmentant à mesure qu'on s'approche des affleurements, pour devenir prédominante à partir d'un certain niveau. Au voisinage immédiat des affleurements, on ne rencontre plus que des minerais oxydés. Ceux-ci paraissent donc être des minerais de *seconde formation*, qui résultent de la *remise en mouvement* des minerais sulfurés primitifs sous l'influence des eaux qui ont circulé et circulent encore à travers le gîte.

Les remaniements qu'a subis le gîte du Boleo dans le cours du temps ont produit dans la zone oxydée des concentrations lenticulaires séparées par des zones plus ou moins stériles. C'est aux premières que l'exploitation s'est attaquée tout d'abord. Mais, à mesure que l'exploitation a progressé, on s'est aperçu que ces minerais étaient exceptionnels et que le fond du gisement était constitué par des minerais argilo-sulfurés de teneur plus faible, mais beaucoup plus régulière et continue. Aussi, s'est-on appliqué depuis 1895 à introduire dans la formule du traitement des proportions de plus en plus grandes de ces minerais.

Nous nous contenterons de donner ici deux exemples d'analyses de minerais oxydés et un d'analyse de minerai sulfuré :

CORPS DOSÉS.	MINERAI OXYDÉ. (PROVIDENCE.)	MINERAI OXYDÉ MAIS SILICEUX. (AMELIA.)	MINERAI ARGILO-SULFURÉ. (SAN FRANCISCO.)
	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Humidité à 110 degrés	20.72	16.10	29.00
Perte au feu	16.62	13.13	11.40
SiO^2	15.73	29.32	30.49
FeO	9.35	13.05	3.80
Al^2O^3	2.63	0.76	10.51
MnO	14.06	10.97	2.52
CaO	4.32	2.54	1.29
MgO	5.05	1.61	2.90
CuO	8.11	12.12	7.55
S total	3.07	0.40	1.12
TOTAUX	99.66	100.00	100.58
Cuivre métal (dosé directement)	6.84	9.67	6.03

Les installations électriques de la Compagnie ont été très développées et ont permis de rendre possible l'exploitation de certaines parties de la mine et l'extension des

galeries de traçages et des perforatrices. L'usine génératrice comporte deux groupes électrogènes de 500 HP et deux de 250 HP, soit un total de 1,500 HP (machines Sulzer compound à condensation et dynamos à fer tournant). Le courant triphasé est envoyé à 3,000 volts, des transformateurs l'abaissent pour l'emploi à 220 volts.

Un chiffre intéressant doit être signalé : la Compagnie, autrefois, consommait 3, 4 et 5 kilogrammes de charbon par cheval-heure *réellement utilisé*. Avec l'installation électrique cette consommation s'est abaissée à 1 kilogr. 768. C'est donc une économie considérable en plus des autres avantages des installations de ce genre.

La Compagnie emploie 2,864 ouvriers. Sa production a augmenté considérablement de 1889 à 1894; elle est passée de 3,333 tonnes de cuivre pur à 10,537 tonnes. Depuis la production est restée à peu près stationnaire.

Compagnie minière Pachuca et Real del Monte, à Pachuca (Hidalgo). — Exposait des échantillons de minerais, des plans des mines et des photographies.

C'est un des centres miniers les plus importants du Mexique. Elle possède des installations électriques (1,200 HP). Dans les gisements de Pachuca les remplissages filonneux argentifères sont quartzeux.

Le filon le plus important reconnu sur environ 16 kilomètres a quelquefois 7 mètres de puissance.

Nous citerons encore parmi les expositions intéressantes :

Compagnie minière Panuco, à Mazatlan (État de Sinaloa) — Minerais divers.

Compagnie minière Penoles, à Mapimi (État de Durango). — Minerais de plomb argentifère.

Compagnie minière «San Rafael y Anexas», à Pachuca (État de Hidalgo). — Minerais et vues photographiques.

Compagnie minière Sauceda, à Sauceda (État de Zacatecas). — Minerais argentifères.

Dura Mill and Mining Company, à la Concentracion, Alamos (État de Sonora). — Minerai argentifère, coke naturel.

Garcia (Trinidad), à Mexico (district fédéral). — Minerais divers.

Gouvernement de l'État de Durango, à Durango. — Minerais, marbres et pierres de construction.

Gouvernement de l'État de Guanajuato, à Guanajuato. — Minerais divers.

Gouvernement de l'État de Sonora, à Hermosillo (État de Sonora). — Minerais.

Gouvernement de l'État de Zacatecas, à Zacatecas. — Minerais.

Gran Fundicion Central Mexicana, à Aguascalientes. — Minerais de cuivre argentifère.

Chiapas, Mining Company limited, à Santa Fe, Pichucalco (Chiapas). — Minerais métallifères.

Commission de l'État de San Luis Potosi, à San Luis Potosi. — Minerais d'or, d'argent, de cuivre, d'antimoine, de mercure, d'étain et de plomb; asphaltes; marbres; pierre de construction; sels naturels de soude.

Compagnie carbonifère Fuente, à Ciudad Porfirio Diaz (État de Coahuila). — Charbon minéral.

Compagnie minière Cruz y Anexas, à Mexico. — Minerais de mercure.

Compagnie «Minera, Fundidora y Afinadora Monterrey» (État de Nuevo Leon). — Minerais d'argent.

Compagnie minière Norias de Bajan, à Monterrey (État de Nuevo Leon). — Minerais d'argent et de plomb.

Mazapil Copper Company limited, à Saltillo (État de Coahuila). — Minerais d'argent, plomb, or, cuivre, fer et zinc; vues photographiques des installations.

NICARAGUA.

Au point de vue minier, le Nicaragua n'était représenté que par deux exposants :

1° Le Gouvernement, dont les envois consistaient en quelques échantillons de minerais d'or et d'argent accompagnés d'une très brève notice;

2° The Santa Francisca Mining Syndicate, dont l'exposition comprenait également plusieurs échantillons de minerais d'or, qui figuraient, comme les premiers, au pavillon du Nicaragua.

La République de Nicaragua a d'importantes réserves minières, mais elle attend encore les capitaux nécessaires à leur mise en exploitation. Ses gisements sont mal connus; les prospections déjà faites l'ont été par des Espagnols d'abord, puis, par des Anglais, enfin par des Américains des États-Unis. L'argent se trouve surtout dans la région centrale du pays et à l'état de sulfure ou dans des cuivres gris. L'or n'a guère été exploité encore que dans les placers de la côte de la mer des Antilles. Le docteur Alberto J. Gamès a évalué pour 1893 l'extraction de l'or dans le pays à 23,000 onces; depuis cette époque, le lavage des alluvions aurait donné des productions croissantes; leur montant en 1900 n'aurait pas été inférieur à 900 onces par mois, pour quelques mines seulement, d'après la notice du Commissariat.

Le décret du 8 décembre 1898 a créé un droit sur l'or exporté de 17 dollars or, soit 85 francs par kilogramme. En 1899, cet impôt a été perçu sur 695 kilogrammes, chiffre certainement très inférieur au montant de l'exportation aurifère, car la contrebande est très active.

Les gisements de fer sont nombreux, surtout vers la côte du Pacifique; les plus importants sont ceux de Nueva Segovia et de Matagalpa; c'est dans ces deux départements que se trouvent aussi les principales mines de plomb, de cuivre et même de zinc.

Comme eaux thermales, on cite les sources sulfureuses des environs de Tipitapa

et les sources alcalines voisines des lacs Nejapa et Apoyo. Le pays, qui est volcanique, en renferme aussi quelques autres, mais moins importantes.

Jusqu'à présent, aucune tentative n'a été faite par le Gouvernement pour attirer soit des capitaux, soit des ingénieurs étrangers, en vue de la mise en valeur des gisements du pays; les 200 échantillons de minerais qui figurent au musée national de Managua donnent cependant une idée de leur richesse.

Voici très brièvement, d'après M. Désiré Pector, consul du Nicaragua à Paris, les principaux centres miniers du pays, par département:

1° *Chinandega.* — La houille affleure près de Somotillo, en deux endroits, avec une puissance de couche de 2 mètres.

Sur la route allant de Léon au Honduras et près de la ville de Villanueva, au bord du rio du même nom, se trouvent les mines d'or et d'argent America et las Mercédès.

2° *Léon.* — Près de la ville de Santa Rosa, les indigènes exploitent, mais avec les moyens les plus primitifs, quelques gisements argentifères et un peu aurifères. C'est dans ce département de Léon, au nord-ouest, à 74 lieues de la capitale (Léon), à laquelle elles sont reliées par une bonne route, que se trouvent les riches mines d'or et d'argent exploitées par la Compagnie anglaise *The Santa Francisca Mining Syndicate,* qui avait envoyé quelques échantillons à l'Exposition. La Société actuellement, dit-on, est très prospère. L'or et l'argent qu'elle extrait sont exportés en Angleterre. La production mensuelle atteindrait souvent 2,500 livres sterling. Un moulin broyeur, dont l'installation aurait coûté plus de 1 million de dollars, fonctionne depuis 1890.

La province de Léon renferme aussi les mines d'or de Zapata et de San Juan Viejo.

3° *Managua.* — La province, dont la surface est couverte en majeure partie par l'immense lac de même nom, ne contient, comme gisement connu, que les mines de cuivre de San Raphaël del Sur.

4° *Nueva Segovia.* — Ce département, qui a pour limite au Nord le Honduras, est un des plus riches au point de vue minier. Il comprend deux zones distinctes : la première, celle de l'argent, de l'étain et du plomb, s'étale sur plus de 100,000 milles carrés, entre la Cordillère qui la sépare du Honduras et une ligne allant du nord-est au sud-est sur une longueur de 150 milles. La deuxième zone est la région de l'or, de l'argent et du cuivre. L'ensemble de ses mines aurait produit en 1900 plus de 12,000 onces d'or, malgré les difficultés d'accès des régions aurifères. Aussi le Gouvernement songerait, dit-on, à construire une voie ferrée pour faciliter les communications avec ce département, le plus riche en mines et aussi en forces naturelles, d'après M. Crawford.

Les principaux districts miniers de cette province sont ceux : de Cuje, dont les Anglais ont prospecté les filons aurifères; de Dipilto, qui renferme les mines d'argent de Santa Anna; de Los Eucinos, dont les importants gisements aurifères sont exploités

actuellement par les indigènes (on parle de la formation d'un syndicat français pour leur mise en valeur rationnelle); d'El Jicaro, dont les filons aurifères sont étudiés et même exploités par la Compagnie anglaise «Segovia Mining Company»; d'El Péricon (district aurifère. mais surtout cuivreux); de los Randalès (district aurifère), et de San Albino (mines d'or, d'argent et de cuivre), où on a commencé à installer en 1900 un outillage plus moderne.

5° *Esteli.* — Il n'a que des gisements de fer inexploités, composés surtout de sidérose et d'oxyde magnétique.

6° *Matagalpa.* — Ce département est assez riche au point de vue minéral, mais il est surtout agricole et manque complètement de moyens de communications. Il renferme la mine d'argent de Santa Maria et le gisement aurifère d'El Guabo. On cite également les mines d'or de la Trinidad, qu'exploite une société anglaise, et surtout celles de Maryland, Buena Vista, la Ciudad et Las Mercédès, dont les filons de quartz aurifère et les dépôts de carbonate cuivreux vont être mis en exploitation méthodique par un puissant syndicat des États-Unis.

7° *Chontalès.* — Les principaux filons aurifères sont ceux de : la Experiencia (qui produirait en moyenne 100 onces d'or par mois); la Esperanza (150 onces d'or par mois); El Escandalo (200 onces extraites par une société étrangère); la Esmeralda, exploitée depuis 1870 par un Français, qui extrait en moyenne, par mois, de la mine Tres Amigos, 400 tonnes de minerai d'un rendement moyen de 200 onces d'or titrant 18 carats.

Dans ce département, quelques mines d'or sont en décadence depuis 1890, notamment celle d'El Javali, qu'exploite une compagnie anglaise (au capital de 628,500 dollars). Le rendement maximum annuel a été atteint en 1888 avec 27,232 tonnes de minerai titrant 1 once 1/2.

Parmi les gisements dont l'exploitation continue sans grands développements mais sans décadence, on signale le filon San Gregorio, dont un Français tire en moyenne 200 onces d'or par mois, et les diverses mines des districts de San Miguel et de la Libertad. Dans ce dernier, les Indiens des Cordillères voisines ont demandé et obtenu plusieurs concessions en vue de l'extraction de l'or.

Le département de Chontalès a été étudié au point de vue géologique par un Américain déjà cité, M. Crawford, géologue bien connu aux États-Unis, et, au point de vue minier, par un Français, M. Paul Lévy. D'après ce dernier, le rendement moyen des minerais aurifères dans la province de Chontalès serait de 1/4 à 2 onces d'or titrant de 15 à 20 carats.

C'est lui qui a signalé des gisements de chrome et des couches de pierres lithographiques exploitables au pied du cerro de Cuisaltepe.

8° *Zelaya.* — Les nombreux rios de ce département rouleraient des paillettes d'or, d'après le docteur Bruno Miezisch, qui a étudié la région (cf. *Eine Reise nach den Goldgebiete im Osten von Nicaragua*, Petermann's Mittheilungen, 1893). D'après l'explora-

teur allemand, le principal district aurifère est celui de Cuicuina, et l'exportation d'or de Zelaya, pendant les neuf premiers mois de 1892, a produit 55,998 dollars. En 1899, la douane de Bluefields a reçu la déclaration de 16,975 onces standard d'or, soit 525 kilogrammes.

Les principaux placers de Zelaya sont ceux des rios Cuicuina, Prinzapolca et Hya. Ce dernier vient de la montagne du même nom, haute de 2,000 mètres et composée de basalte et d'olivine. En 1889, une société se forma à Managua, au capital de 30,000 dollars, pour l'exploitation des alluvions de Zelaya. Elle attira de nombreux émigrants allemands et américains sur les placers; mais bientôt la discorde se mit au camp et la police dut intervenir pour rétablir l'ordre. C'est alors qu'un décret réglementa le partage des alluvions; en même temps, un ingénieur du Gouvernement dressa un plan à grande échelle des divers placers du district. Ce plan fut terminé en 1892 et accompagné d'un rapport descriptif et statistique.

Telles sont les principales mines de ce riche pays minier, dont les dissensions politiques ont toujours retardé la mise en valeur. Depuis quelque temps, Américains, Allemands, Français et Anglais commencent à apporter des capitaux et à envoyer des prospecteurs, surtout depuis l'exposition minière du Guatémala, en 1897, à laquelle le Nicaragua avait envoyé une importante collection d'échantillons métallifères et surtout aurifères. Mais l'industrie minérale du Nicaragua ne pourra réellement se développer qu'après la création de moyens de communications. Un premier pas a déjà été fait dans cette voie par le Gouvernement du général Zelaya, qui a établi la ligne ferrée de Los Pueblos avec les seules ressources nationales.

NORVÈGE.

La Norvège occupait une partie du côté gauche de la travée centrale du Pavillon des mines et de la métallurgie. Son exposition comprenait, en plus de la participation officielle du service géologique, un nombre relativement important de participations particulières.

Norges geologiske Undersögelse, à Christiania. — Le Service géologique de Norvège a été fondé en 1858 sous les auspices de MM. Th. Kjerulf et T. Dahl. On publia en 1879 une carte géologique de l'ensemble du pays au 1/1000000 et en deux feuilles : *Geologisk kart over det nordlige Norge* et *Geologisk oversigtskart over det sydlige Norge*. Cette dernière est épuisée comme publication spéciale, mais on peut l'avoir encore comme annexe au livre de Kjerulf : *Udsigt over det sydlige Norges Geologi*. Le Service géologique a également publié 24 cartes de détail au 1/100000 comprenant : 11 cartes pour les environs de Christiania, 11 pour ceux de Trondhjem et 2 pour ceux de Bergen. La publication de ces cartes est interrompue et va faire place à celle d'une carte de la contrée tout entière à l'échelle du 1/400000.

Le Service a également publié, depuis 1890, 27 volumes de géologie se vendant à

très bas prix et dont un grand nombre sont accompagnés de résumés en anglais ou en allemand.

L'annuaire du Service géologique pour 1894 et 1895 contient un catalogue complet de tous les écrits publiés en 1890-1891 sur la géologie de la Norvège. Cette publication sera continuée.

L'exposition du Service géologique comprenait :

1° Une carte géologique au 1/5000 du territoire de la ville de Bergen, faisant ressortir d'une façon très nette les bandes de granit, de gneiss, de schistes amphiboliques, de quartzite et micaschistes, toutes parallèles et dirigées du nord-ouest au sud-est;

2° Une carte au 1/100000 des environs de la ville de Bergen, accompagnée d'une coupe sud-ouest–nord-est dans la ville, par Carl Kolderup;

3° Une carte de Scandinavie et de Finlande, de Hans Reuch (1890), au 1/8000000;

4° Une série de cartes au 1/100000;

5° Une carte de Larwik (1/100000), par M. Brögger;

6° Une carte des îles près de Christiania, par M. Brögger (1/10000);

7° Une carte de Christiania au 1/15000, par Björlykke (terrains quaternaires et archéens avec les subdivisions du silurien et des filons de roches éruptives postdévoniennes);

8° Une carte des carrières et de l'industrie minérale de la Norvège avec graphiques, par M. C. F. Kolierup;

9° Une carte des mines, accompagnée de diaphragmes intéressants, par le Service géologique;

10° Enfin une série de tableaux et dessins muraux représentant une série de phénomènes et curiosités géologiques très intéressants, parmi lesquels nous citerons : les pots de géants glaciaires, près de Christiania; au nord-ouest de Christiania, des couches siluriennes au-dessus de l'archéen, dans l'intérieur du pays; les filons de quartz aurifères dans des filons diabasiques.

Nous regrettons de ne pouvoir donner une étude géologique complète de la Norvège, étude qui résulte des documents qui nous ont été remis et des cartes exposées. Nous nous contenterons, en raison du peu de place dont nous disposons, de résumer les grandes lignes de la géologie norvégienne.

Les roches les plus anciennes, constituant les terrains archéens, ont une très grande extension en Norvège. Un territoire archéen s'étend tout le long de la côte depuis Bergen au sud, jusqu'à Hammerfest au nord. Ce territoire est divisé dans le nord par des solutions de continuité avec interpositions de roches cambro-siluriennes.

Les roches que l'on rencontre le plus souvent sont le gneiss et le granit foliacé. La direction générale est parallèle à la côte. Les îles Lofoten en font partie quoique cependant occupées en partie par le gabbro et les roches apparentées. Au nord on trouve, en masses lenticulaires ou globulaires, de la péridotite, avec base en péridot verdâtre. Une série spéciale de roches archéennes se trouvent dans le Telemarken, au sud de la Norvège; ce sont en grande partie des conglomérats, grès et schistes argileux, visiblement clas-

tiques, avec aussi du gneiss, de la granulite et des schistes amphiboliques. Ces strates sont plissées et souvent traversées par des dykes granitiques.

Au voisinage d'Egersund, on a constaté l'existence d'une vaste région noritique (la norite est une roche apparentée au gabbro). Certaines roches noritiques contiennent du fer titané, d'autres sont traversées par des dykes ou des veines de ce métal. Ce phénomène est intéressant; il montre un exemple de gîtes métallifères formés par voie ignée et par dissociation dans des masses éruptives.

Les terrains cambriens et siluriens forment le reste du territoire norvégien. Ils constituent une longue bande parallèle au terrain archéen allant de Stavanger et du Hardangerfjord à l'extrême nord, à Vardö. Dans le sud, il apparaît en outre dans une bifurcation nord-sud de Mjösen au Langesundsfjord, comprenant surtout des roches éruptives postsiluriennes (bassin de Christiania).

La plus ancienne formation en Norvège de ces terrains, est celle des sparagmites (arkose). Des couches de sparagmite empilées à de grandes hauteurs forment la plus grande partie de la région de la Norvège méridionale au nord de Mjösen.

Dans toute la région montagneuse de la Norvège (c'est-à-dire tout le territoire sauf à l'est du cap Nord et dans le sud-est de la Norvège), l'écorce a subi des plissements et compressions postérieurs à l'époque silurienne. Les roches cambro-siluriennes ont été modifiées et l'archéen sous-jacent a été aussi altéré. Ces deux formations sont souvent enchevêtrées. Il est souvent difficile de distinguer là les roches cambro-siluriennes métamorphisées des roches présiluriennes; de plus on y rencontre des failles presque horizontales et des inversions ou charriages de très grande étendue.

Dans le bassin de Christiania, près des roches éruptives postsiluriennes (granit, syénites, porphyre), les couches cambro-siluriennes comprennent surtout des schistes argileux et des calcaires, souvent avec fossiles. Dans le district de Trondhjem, les roches cambro-siluriennes sont différentes. On y trouve des roches volcaniques puissantes provenant probablement de cendres basiques et de coulées de laves. Ces roches sont en général à grains fins, schisteuses et verdâtres (chlorites ou amphiboles). On trouve aussi des roches éruptives granitoïdes et trachytoïdes sous forme de granits altérés et de gabbro, ainsi que de nombreux dykes modifiés par compression.

Les dépôts sédimentaires ordinaires alternant avec les roches volcaniques semblent avoir été formés en eaux peu profondes. Des dépôts de conglomérats y atteignent des épaisseurs considérables. Souvent les schistes ont été transformés en micaschistes. Le calcaire, le plus souvent transformé en marbre, est fréquemment interstratifié avec les schistes.

A l'extrême nord on retrouve une région de grès, assez analogue aux sparagmites du sud. Il est intéressant de noter qu'on semble y avoir trouvé les traces d'une période glaciaire de date excessivement reculée (cambro-silurienne). On trouve en effet dans les grès des masses morainiques contenant des cailloux roulés et reposant sur des surfaces corrodées par les glaces.

Quelques grès jurassiques avec de la houille ont été trouvés dans l'île d'Andae.

Quant aux phénomènes glaciaires quaternaires, ils se sont manifestés par leurs effets bien connus sur les roches et par le dépôt de moraines et plaines de graviers et de sables.

Les dépôts appartiennent ici aux dernières périodes et ont peu d'épaisseur. A cette époque il y eut un soulèvement du pays. Les plages soulevées se rencontrent nettement dans les fjords du nord. Il semble cependant que l'exhaussement n'ait pas été général, mais qu'il y ait eu successivement différentes oscillations.

Kongsberg Sölwœrk, à Kongsberg. — Les mines d'argent de Kongsberg avaient une exposition des plus intéressantes.

Ces mines appartiennent à l'État norvégien. Kongsberg est un des rares endroits où le minerai prédominant est de l'argent natif. L'argent y forme parfois de belles cristallisations.

La relation singulière existant entre le minerai contenu dans les filons et la roche avoisinante est longtemps restée inexpliquée. Toute cette région est composée de strates verticales nord-sud, de gneiss, schistes quartzeux et micaschistes. Deux zones parallèles à cette stratification contiennent des grains et de petits amas de pyrites et autres sulfures. En raison de la pyrite qu'elles contiennent, ces zones prennent à la surface un aspect rougeâtre qui permet de les y suivre facilement. Quant aux veines argentifères, leur direction est de l'est à l'ouest, c'est-à-dire à peu près perpendiculaire à la stratification. Ces veines sont des fissures verticales contenant différents minéraux et principalement de la chaux carbonatée.

L'argent ne se rencontre en quantité suffisante, pour rendre l'exploitation rémunératrice, qu'aux intersections des veines argentifères avec les falbandes, c'est-à-dire avec les zones pyriteuses contenues dans la roche. On n'a pas encore eu d'explication satisfaisante de ce fait. On a dit, entre autres choses, que les pyrites contenues dans la roche ont dû augmenter sa conductibilité et que les courants électriques provoqués dans les falbandes ont précipité l'argent qui circulait en dissolution dans les fissures, c'est-à-dire dans ce qui forme aujourd'hui les veines argentifères.

Les filons qui contiennent l'argent natif sont composés de chaux carbonatée, de spath fluor et de quartz. L'argent natif se présente parfois en blocs massifs dont quelques-uns ont pesé plus de 100 kilogrammes.

Le nombre des filons est excessivement considérable et le nombre des vieilles mines est également très grand.

L'exploitation de Kongsberg date de 1624, sous Christian IV, mais fut généralement en perte. Ses mines furent fermées en 1805 et réouvertes en 1815. L'exploitation cependant fut toujours en perte, sauf en 1833 où la production atteignit 10,000 kilogrammes et donna un bénéfice de 1,600,000 couronnes. Ensuite la production annuelle fut en moyenne de 5,000 kilogrammes d'argent fin et le bénéfice total de 1816 à 1898 a été d'environ 23 millions de couronnes, pour une production de 350,000 kilogrammes.

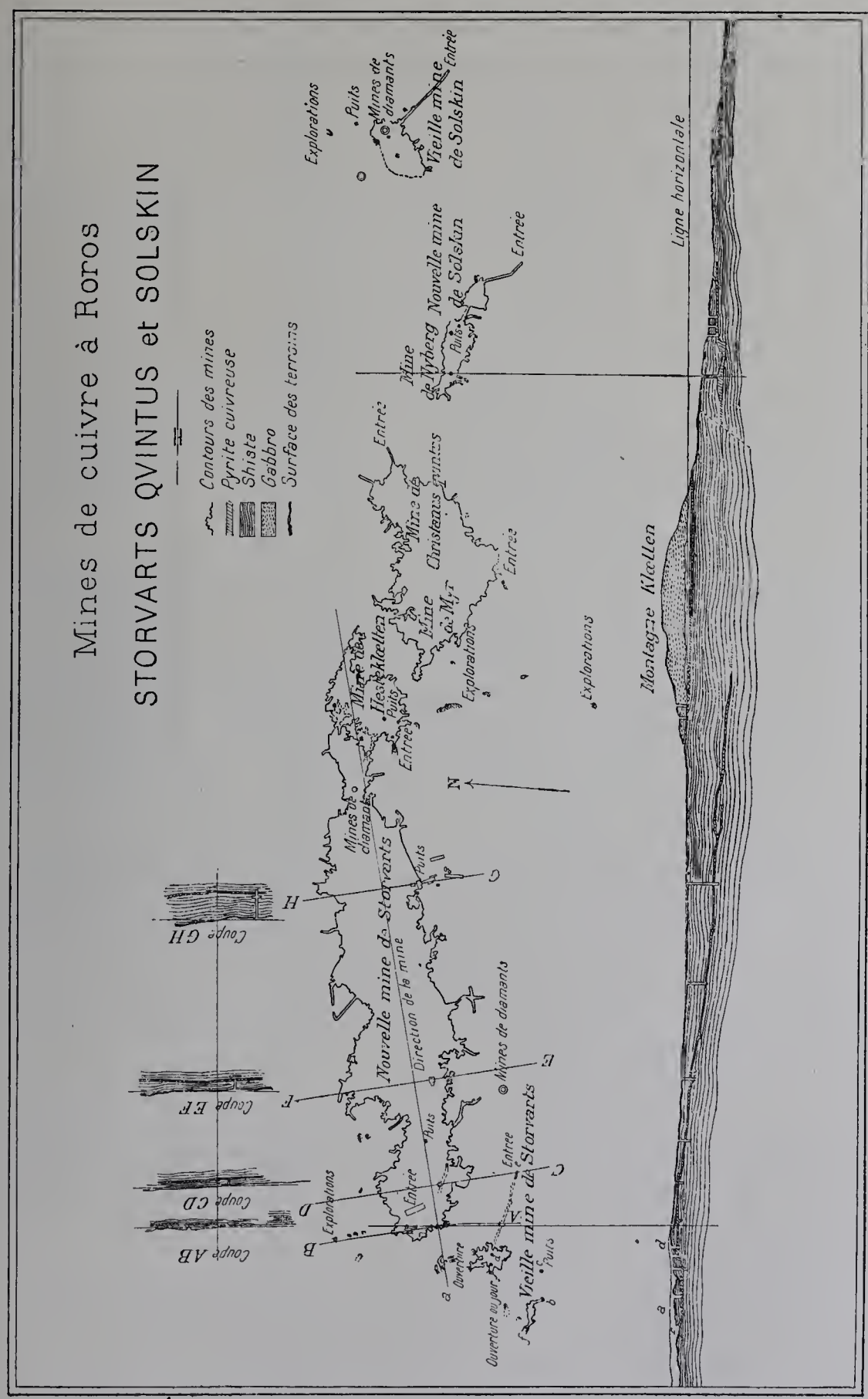


Fig. 74. — Plan et coupes des mines de cuivre Storvarts, Quintus et Solskin, dans la région de Röros.

Par suite de la baisse des cours, il n'y a plus eu de bénéfices dans ces dernières années.

Le minerai extrait des mines est d'abord trié, puis passé dans des cylindres et appareils classeurs, tandis que les matières les plus fines sont lavées sur des tables à secousses.

L'argent natif est raffiné tandis que les schlichs sont fondus avec de la pyrite et ensuite, après grillage et nouvelle fusion, additionnés de plomb, le plomb d'œuvre étant finalement traité par la coupellation qui donne l'argent au titre de 0,998.

L'exposition des mines de Kongsberg comprenait :

1° Une carte géologique du district de Kongsberg;

2° Des coupes transversales de l'Overberg et de l'Underberg;

3° Des plans et coupes de la mine des Pauvres et de la mine du Roi;

4° Des spécimens de toute beauté d'argent natif en arborescences épaisses ou fines; de l'argent natif dans le spath fluor, la blende et le spath calcaire; de l'argent natif cristallisé; de l'argent sulfuré natif; enfin des échantillons de roches et minerais de la mine (cristaux de spath, calcaire, quartz, blende); enfin de l'argent raffiné.

Röros Kobbervaerk, à Röros. — Les mines de Röros sont situées dans le district de Trondhjem. Röros se trouve au sud-est de cette ville.

Les gisements de pyrites exploités à cet endroit sont dans le cambro-silurien. Ils sont travaillés depuis deux cents ans. Les pyrites forment dans les schistes des masses lenticulaires très pures. Ces lentilles ont souvent une surface très grande par rapport à leur épaisseur et ressemblent ainsi à des couches sédimentaires et certains géologues les regardent comme ayant été formées par voie de sédimentation à peu près comme le minerai de fer des marais; cependant on a observé que ces couches sont toujours au contact immédiat de gabbro transformé. On les a même trouvées parfois dans le gabbro, ou plutôt dans les schistes formés par compression dans la substance du gabbro le long des failles. On est donc conduit à considérer ces gîtes métallifères comme ayant une origine éruptive peut-être comme des veines ayant pénétré le gabbro et les tufs adjacents; dans ces derniers ils ont en général suivi le sens des strates. La forme lenticulaire serait due à un remaniement ultérieur.

Les mines contiennent aussi de la pyrite de fer cuprifère dont on exporte de grandes quantités.

Ouvertes depuis 1646, ces mines se sont surtout développées dans ces dernières années. On y trouve maintenant des installations électriques empruntant leur force motrice à des chutes d'eau.

Les minerais sont extraits de trois mines appartenant à la Société :

1° La mine de Storvarts (fig. 74 et 75), à 9 kilomètres au nord-est de Röros, qui produit exclusivement du minerai de cuivre. Ce gisement a une longueur de 1,300 mètres sur une épaisseur variant de 150 à 350 mètres. Son inclinaison est environ de 1/10. Les transports dans la mine se font par traction animale jusqu'à un puits de 80 à 90 mètres par

Fig. 75. — Mines de cuivre de Röros. – Coupe et plan de la mine Storvarts.

lequel une machine d'extraction les élève au jour. Cette machine est mue par l'électricité ainsi qu'une pompe d'épuisement de 400 litres à la minute. Au jour se trouvent deux ateliers de scheidage, une table de triage avec un trommel classeur et une installation complète de préparation mécanique. Le minerai préparé est transporté à Röros par des chevaux, la plus grande partie sur des traîneaux pendant l'hiver.

Les minerais contiennent en moyenne 7.20 p. 100 de cuivre. Depuis l'origine, cette mine a produit 530,000 tonnes de minerai.

2° La mine de Mug (fig. 76), située à 22 kilomètres au nord de Röros, produit aussi exclusivement du minerai de cuivre. Le gisement a 1,100 mètres de long sur 120 à 140 mètres d'épaisseur; son inclinaison est d'environ 1/15.7. Les minerais sont transportés au jour par une locomotive électrique à chaîne. L'épuisement des eaux se fait au moyen d'une pompe électrique qui élève les eaux à une galerie d'écoulement de 200 mètres de longueur qui les conduit au jour. Une installation à peu près semblable à la précédente se trouve au jour (scheidage, triage, concassage, 2 broyeurs, 6 cribles hydrauliques et 2 tables de Linkenbach).

Un câble aérien conduit les minerais à la station de Tyvold d'où le chemin de fer de l'État les transporte à Röros. La teneur moyenne des minerais est de 5 1/4 p. 100.

3° La mine de Kongen (du Roi) [fig. 77], à 14 kilomètres au nord-est de Röros et 9 kilomètres au sud-ouest de Tyvold, produit du minerai de cuivre pour Röros et des pyrites pour l'exportation.

Le gisement a 2,000 mètres de long sur 60 à 140 mètres d'épaisseur; son inclinaison est de 1/16.7 environ.

Les minerais y contiennent 5 p. 100 de cuivre et les pyrites 3 p. 100 de cuivre et 44 à 45 p. 100 de soufre.

Les transports se font par une locomotive à chaîne et par une locomotive à adhérence, capable de remorquer huit wagons de 2,000 kilogrammes. L'épuisement a lieu par une pompe de 100 litres à la minute et une galerie d'écoulement. L'avancement se fait à l'aide de perforatrices à air comprimé (60 kilogrammes).

L'installation au jour est à peu près semblable aux précédentes. Un chemin de fer appartenant à la Société conduit les minerais à Tyvold, d'où on transporte les pyrites à Trondjhem pour l'exportation et les minerais de cuivre à Röros.

Dans les trois mines, l'exploitation se fait par *galeries perpendiculaires les unes aux autres,* séparant le filon en quartiers qu'on exploite par gradins.

La fonderie de Röros a traité, en 1899, 17,848 tonnes de minerai contenant de 4 à 9 p. 100 de cuivre; on a produit 735 t. 3 de métal. L'installation est assez perfectionnée.

Elle comprend trois waterjackets permettant de traiter 23 tonnes de minerai en vingt-quatre heures. La matte est ensuite traitée dans des convertisseurs par le procédé Manhès.

La production annuelle est d'environ 19,000 tonnes de minerai de cuivre et 13,000 tonnes de pyrites. L'usine produit 735 tonnes de cuivre métallique par an.

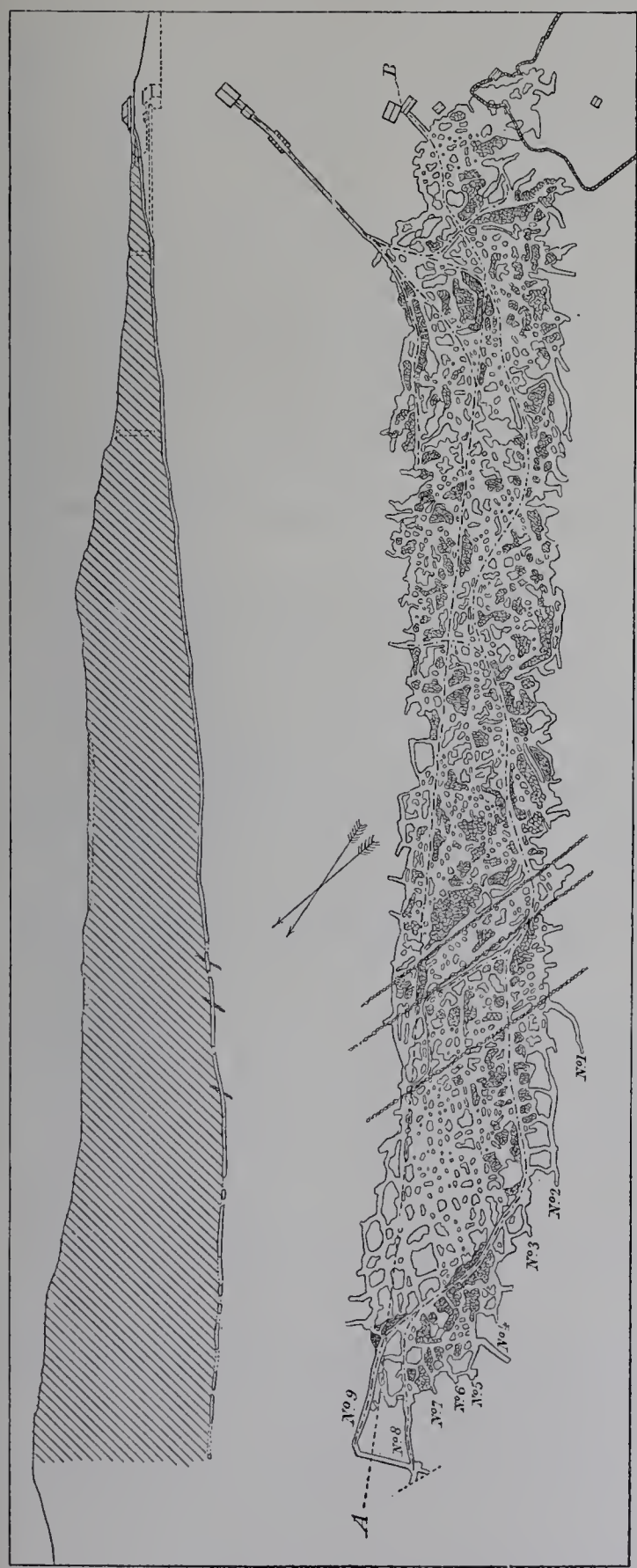


Fig. 76. — Mines de Röros. — Plan et coupe de la mine Mug.

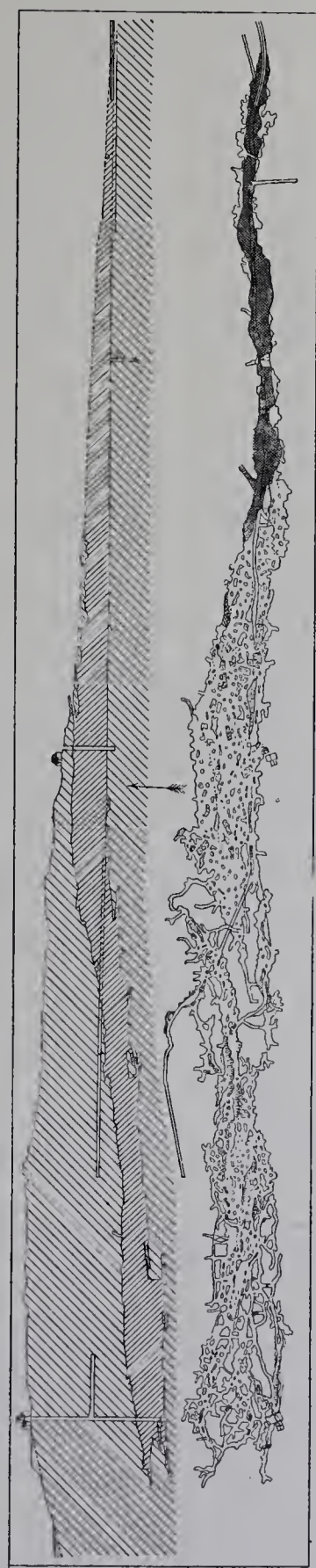


Fig. 77. — Mines de cuivre de Röros. — Plan et coupe de la mine de Kongen.

IMPRIMERIE NATIONALE

Depuis 1889, les productions ont été les suivantes :

ANNÉES.	MINERAI DE CUIVRE.	PYRITE.	CUIVRE MÉTALLIQUE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1889	11,418	28,181	232
1890	11,149	26,551	415
1891	9,439	22,130	516
1892	7,805	18,351	554
1893	10,556	21,635	670
1894	14,308	17,271	688
1895	13,461	10,983	258
1896	13,997	10,151	636
1897	14,684	20,226	722
1898	20,646	13,585	582
1899	18,813	12,619	735

Le personnel ouvrier se monte à environ 700 hommes.

Nous devons ces renseignements intéressants à l'obligeance du directeur des mines de Röros. L'exposition de ces mines comprenait :

1° Des cartes et profils des trois mines ci-dessus décrites;

2° Une coupe géologique de Storvarts;

3° Une carte géologique de Röros montrant un plateau de phyllade du cambrien avec vallée en terrains glaciaires et récents; au milieu des phyllades des pointements de roches éruptives, gabbro et serpentines;

4° Des échantillons de minerais et roches diverses. Nous citerons ici une roche dure particulière de la mine de Konguen, roche appelée «Haardart» et dont la composition est la suivante :

	p. 100.		p. 100.
Silice	64.477	CaO	7.599
Alumine	13.636	MgO	3.200
FeO	6.866	NaO	2.533
MnO	0.158	Perte au feu	1.349

MM. Smith et Thommesen, à Arendal. — Exposaient des échantillons très intéressants de minerai de métaux rares.

Nous citerons entre autres :

1° Des spécimens de thorite cristallisée ou amorphe noire fragmentaire (silicate de thorium) provenant de Landboë, près d'Arendal;

2° Thorite noire à cassure vitreuse dans une roche très micacée;

3° Orangite jaune orange et noire dans une roche feldspathique sous forme de bloc et de fragments;

4° De très beaux cristaux d'orangite cristallisée (prisme quadratique avec pointement à quatre faces), dont un de dimensions remarquables;

5° De beaux cristaux de thorite;

6° Mosandrite prismatique brun rougeâtre très intéressante (variété d'épidote), avec oléotite, œgyrine et feldspath;

7° Orthite compacte noire (silicate hydraté d'alumine, chaux, fer, cerium avec lanthane et didyme);

8° Bragite amorphe noire (tantalate d'yttrium avec mica noir et feldspath);

9° Tyrite en feuillets noirs (tantalate d'yttrium et de zircone).

Tous échantillons rares et remarquables.

Nous regrettons de ne pas pouvoir donner de renseignements sur les conditions particulières des gisements où ces minéraux ont été recueillis.

Foldals Vœrk, à Elverum. — L'exposition de la Société de Foldals Vœrk comprenait :

1° Carte des mines de la Société; carte géologique avec coupes; carte minière de la Norvège;

2° Carte des chemins de fer de la région;

3° Échantillons très beaux de chalcopyrite.

Nous regrettons de ne pas avoir eu communication de la carte minière très intéressante au point de vue général du pays.

Les gisements exploités par la Société sont ceux de Foldalen; les pyrites s'y trouvent en quantités considérables. Malheureusement l'éloignement des voies de communication et des transports par chemin de fer, rend difficile cette exploitation.

Nous pouvons donner quelques renseignements sur la situation géologique de ces gisements, d'après une étude faite par M. Amund Helland, professeur à l'Université de Christiania.

Le gisement de Foldalen se présente sous la forme d'une couche ou plutôt d'un amas régulier de pyrite de fer et paraissant en stratification concordante avec les schistes anciens dans lesquels il se trouve intercalé.

L'amas plonge vers le nord-nord-ouest sous un angle de 60 degrés environ. Il a été reconnu par les travaux d'exploitation et une galerie en direction sur une longueur de 140 mètres environ.

La puissance moyenne est de 4 mètres, mais on a trouvé des renflements allant jusqu'à 13 et 14 mètres.

La profondeur suivant inclinaison semble atteindre 180 mètres. Dans les parties les plus profondes l'épaisseur moyenne reste la même.

Une galerie en travers-bancs a recoupé un amas parallèle au gisement principal avec une puissance de 2 à 4 mètres.

L'amas de Foldal est composé de pyrite de fer ayant une teneur de cuivre variable et presque sans matières stériles.

La teneur de soufre dans la pyrite ordinaire est d'environ 50 p. 100. Les analyses répétées faites par MM. Sunding et Aas sur ces pyrites ont montré des teneurs moyennes

de cuivre variant entre 2.22 et 2.83 p. 100. Les pyrites exceptionnellement riches en soufre ont donné :

	p. 100.		p. 100.
Stérile	4.70	Cobalt	0.15
Soufre	47.11	Nickel	0,07
Cuivre	5,58		

La mine de Foldalen est dans une situation géologique assez analogue aux gisements de Viksnae et à quelques mines de Röros.

L'amas présente en coupe horizontale une forme lenticulaire de surface plus grande que pour ces dernières mines; malheureusement le gisement se trouve à 134 kilomètres de la mer et à 26 kilomètres du chemin de fer Christiania-Trondhjem, et l'exploitation active a été gênée par cette situation peu favorable.

La Société possède encore d'autres gisements de pyrites de fer semblables, entre autres les mines de Grev Moltke, de Juliane Marie et de Godthaab.

Orkedals mining C°, à Trondhjem. — Les mines exploitées par cette compagnie semblent d'une constitution analogue à celles de Röros. Nous regrettons de n'avoir pas de renseignements particuliers à donner sur l'exploitation de cette mine.

L'exposition de cette compagnie comprenait :

1° Des échantillons de minerai de cuivre dont quatre gros blocs; des spécimens de cuivre natif trouvés dans la mine en forme de feuilles dentelées;

2° Des photographies avec plan des établissements; des dessins de matériel; enfin des plans et coupes de la mine.

M. Puntervold, à Egersund. — M. Puntervold exposait une certaine quantité de blocs d'hématite provenant des mines qu'il possède dans les environs d'Egersund. Ces mines n'ont été que peu travaillées. On n'en a encore extrait que 800 tonnes. Actuellement, elles ne sont pas exploitées. Le gisement, d'après ses renseignements, serait assez étendu et l'exploitation pourrait se faire à ciel ouvert.

Les analyses donneraient les résultats suivants pour trois échantillons :

	1re ANALYSE.	2e ANALYSE.	3e ANALYSE.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Oxyde de titane	43.73	43.24	41.57
Protoxyde de fer	13.57	27.21	29.47
Peroxyde de fer	42.70	28.60	24.81
Pourcentage de fer métallique	40.49	41.18	40.29

M. Lied, à Christiania, a exposé une collection de minéraux et de minerais, en particulier de fer et de pyrites.

M. Lind (H.), à Stord, près de Bergen, a exposé des minerais de fer (sulfures). — Aucun renseignement n'a été communiqué par ces exposants.

PAYS-BAS.

L'exposition minière hollandaise était surtout coloniale. Cependant, le Commissariat général hollandais avait publié à l'occasion de l'exposition une notice, dont nous allons résumer la partie géologique et minière, en la complétant à l'aide des rapports officiels du Ministère du Watterstaat sur les mines du Limbourg.

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS ET INDUSTRIE MINÉRALE HOLLANDAISE.

La carte géologique la plus récente des Pays-Bas date de 1879; mais une nouvelle carte est à l'étude; elle paraîtra dans quelques mois, précédée d'une étude géologique détaillée du terrain.

Actuellement, comme ouvrages récents relatifs à l'étude géologique de la Hollande, il faut citer :

1° *Tegenwoordige staat van Nederland.* du docteur H. Blink;

2° du même auteur : *Nederland en Zyne Bewoners* (tome II, page 442, voir le chapitre intitulé : *de Geologische Gesteldheid van Nederland.*

En 1900, les études et les recherches faites jusqu'à ce jour ne permettent pas de penser que le sol des Pays-Bas contienne d'autres minéraux que le charbon; mais ce dernier est industriellement exploitable. Les mines de houille ne sont connues que dans la partie sud-est du Limbourg, dont le bassin s'étend sur une superficie d'environ 20,000 hectares. On suppose cependant qu'il doit y avoir aussi des gisements dans la partie est de la province de Gueldre, située plus au nord. Les sondages n'ont pas été poussés à une profondeur suffisante, mais le Gouvernement y fera procéder sous peu.

Il n'y a pas longtemps, la nature géologique du Limbourg néerlandais était peu connue et l'industrie minière, par suite, peu développée. Une seule mine, d'environ 670 hectares d'étendue, était en activité; elle appartient à l'État, mais l'exploitation en a été concédée à une société particulière. L'extraction y était d'ailleurs fort peu active.

Voici sa production jusqu'en 1900 :

	tonnes.		tonnes.
1889	54,402	1895	79,754
1890	59,141	1896	91,706
1891	54,167	1897	103,955
1892	56,584	1898	106,418
1893	60,296	1899	122,796
1894	65,708		

La mine *Neuprick-Bleyerheide*, qui appartient à une société allemande, va être exploitée. Elle est bornée par la mine domaniale dont nous venons d'indiquer la production, mais n'est située qu'en partie (85 hectares) sur le territoire hollandais.

En 1893, le Gouvernement a concédé un gisement de 3,379 hectares : c'est la mine

Orange-Nassau. La société concessionnaire a commencé l'extraction de la houille en 1899 et la production, en 1900, atteignait déjà 143,166 tonnes.

Il faut encore citer les concessions :

1° Carl, d'une superficie de 449 hectares.
2° Wilhelm, d'une sup. de 458
3° Sophia, d'une superf. de 649
4° Laura, d'une superf. de 457
5° Vereeniging, d'une sup. de 454

Dans ces dernières mines, on a commencé le fonçage des puits et même les installations extérieures, mais pas encore l'extraction.

L'industrie minière au Limbourg est donc, en 1900, tout à fait à son début; mais cette date marquera le commencement d'une ère nouvelle pour la province.

Le Gouvernement a nommé en 1899 une Commission chargée d'examiner l'étendue et la nature du bassin houiller et d'étudier la question de savoir si l'exploitation devait être faite par l'État pour les parties non encore concédées. Le rapport de cette Commission a paru; il donne une description détaillée, au point de vue géologique, de la province du Limbourg, rédigée par l'ingénieur des mines Blankevoort.

Nous joignons aux pages qui suivent :

1° une carte donnant l'allure de tous les gisements reconnus et l'emplacement de tous les sondages (fig. 78);

2° une coupe des couches houillères du Limbourg hollandais, allant du nord-nord-ouest au sud-sud-est (fig. 79);

3° une carte (fig. 80) des diverses concessions en 1900 et des parties réservées à l'État;

4° un graphique donnant la production houillère mensuelle du Limbourg hollandais de janvier 1895 à avril 1900 (fig. 81);

5° le tableau des résultats des sondages dans la partie sud-est du bassin houiller du Limbourg, tableau dressé à Heerlem en juillet 1900 par M. l'ingénieur des mines C. Blankevoort.

La conclusion du rapport de la Commission est que, outre le terrain déjà concédé, le bassin houiller s'étend encore sur une superficie d'environ 14,500 hectares. Elle est d'avis, tant au point de vue économique que social et politique, d'en confier l'exploitation à l'Etat. Le Gouvernement a approuvé cette conclusion et déposé un projet de loi en ce sens aux États généraux. La Seconde Chambre l'a voté, le Sénat l'adoptera sans doute aussi.

La consommation des Pays-Bas a été évaluée pour 1900 à 5 millions de tonnes de houille.

Chaque année, un rapport officiel est fait par le service des mines sur la marche des exploitations houillères. Voici ce que nous avons pu relever dans celui relatif à 1899, rédigé, naturellement, en hollandais.

Les trois mines en exploitation durant cet exercice ont fourni 212,972 tonnes; elles en avaient donné 62,574 de moins en 1898.

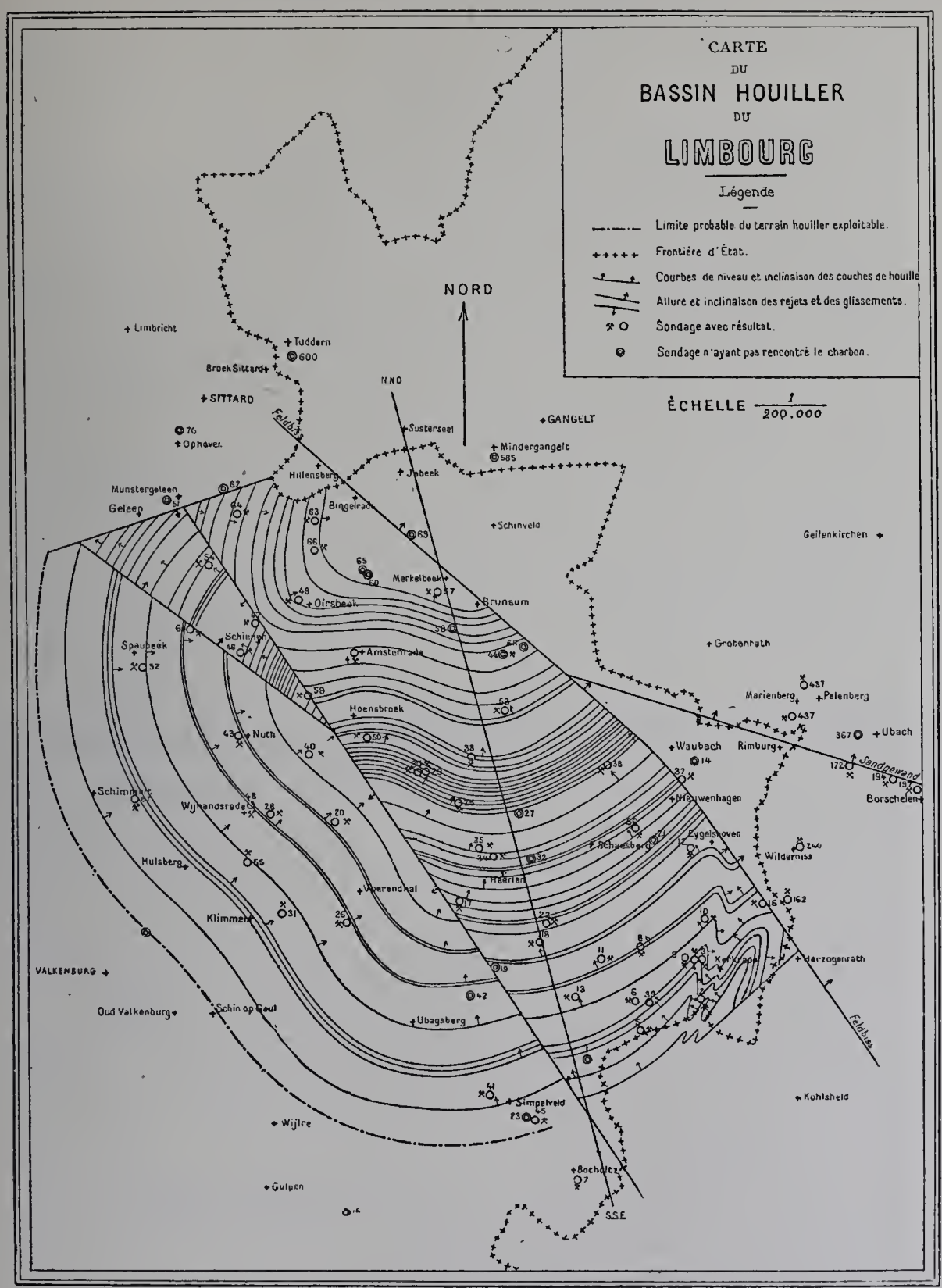


Fig. 78. — Carte du bassin houiller du Limbourg.

La houille a été vendue au prix moyen de 4 florins 94 (4 fl. 54 en 1898; 4 fl. 25 en 1897 et 4 fl. 05 en 1896).

Le prix de revient a été : en 1899 de 3 fl. 13; en 1898 de 2 fl. 69; en 1897 et 1896, de 2 fl. 53.

C. F. E.

Salaire annuel moyen par ouvrier :

	fl. c.		fl. c.
1899	539 51	1897	463 66
1898	503 02	1896	484 30

Bénéfice annuel : 376,495 florins, soit 1 fl. 86 par tonne vendue.

Il avait été : en 1898, de 1 fl. 74; en 1897, de 1 fl. 665 et en 1896, de 1 fl. 485.

Personnel : 813 ouvriers (dont 610 au fond, et au jour 203).

Le rapport passe ainsi en revue les diverses mines, puis les sociétés en formation :

A. *Mine domaniale de Kerkrade.* — Un puits (puits Guillaume). Profondeur : 200 m. Extraction en 1899 : 122,796 tonnes, soit 16,377 tonnes de plus qu'en 1898.

Ventes de la mine en 1899 : 119,598 tonnes, soit 14,758 tonnes de plus qu'en 1898.

Le tonnage vendu se décompose ainsi : 36,907 tonnes pour la Hollande; 79,660 tonnes pour la Prusse; 3,031 tonnes pour la Belgique.

De plus, il a été consommé par la mine ou donné aux pauvres 3,803 tonnes en 1899. Pas de stock.

Le personnel comprend : un directeur résidant en Prusse, 10 employés, 82 ouvriers au jour; au fond, 291 mineurs et 12 chevaux.

Journée de travail : 9 heures au fond, 10 heures et demie au jour.

Salaire moyen journalier :

	fl. c.		fl. c.
1899	1 85	1897	1 69
1898	1 78	1896	1 60

Le rendement moyen annuel par ouvrier a été : au fond, de 421 tonnes, et au our, de 1,535 tonnes.

La venue d'eau a atteint 22 mètres cubes par heure, contre 29 en 1898, 32 en 1897 et en 1896.

Une pompe souterraine à vapeur est installée au fond du puits Guillaume.

L'aérage moyen a été de 180 mètres cubes d'air par heure et par homme.

Les installations mécaniques se composent de 9 chaudières et de 11 moteurs.

La Société de secours mutuels avait, au 31 décembre 1899, un capital de 154,161 fl. 38.

B. *Mine Neuprick-Bleyerheide à Kerkrade.* — Puits Catherine. Profondeur : 270 mètres. Extraction en 1899, 46,040 tonnes, soit 2,060 de plus qu'en 1898.

Ventes : 44,514 tonnes.

Consommation et dons aux pauvres : 760 tonnes. Pas de stock.

Personnel : un directeur demeurant en Prusse et 6 inspecteurs résidant à la mine; 37 ouvriers au jour, 108 au fond, plus 2 chevaux.

Durée du travail : 9 heures au fond, 11 heures au jour.

Salaire journalier moyen :

	fl. c.		fl. c.
1899	1 78	1897	1 67
1898	1 67	1896	1 62

Rendement annuel : 426 tonnes au fond; 1,244 tonnes au jour.

COUPE

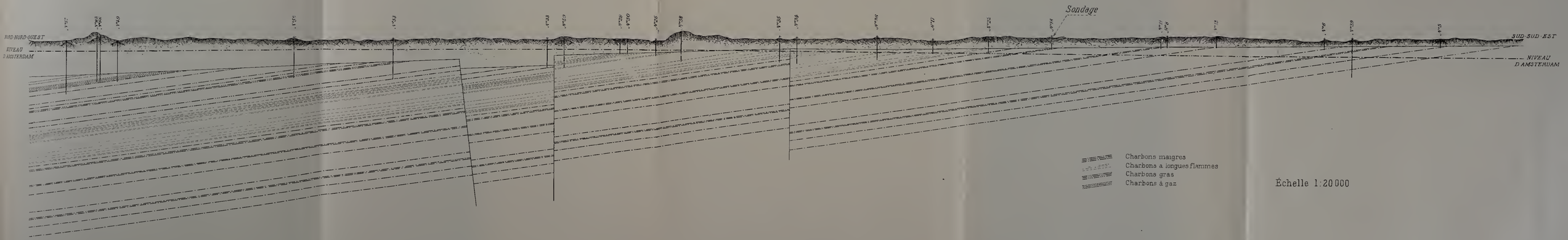
NORD-NORD-OUEST — SUD-SUD-EST

A TRAVERS LA PARTIE PRINCIPALE

DU

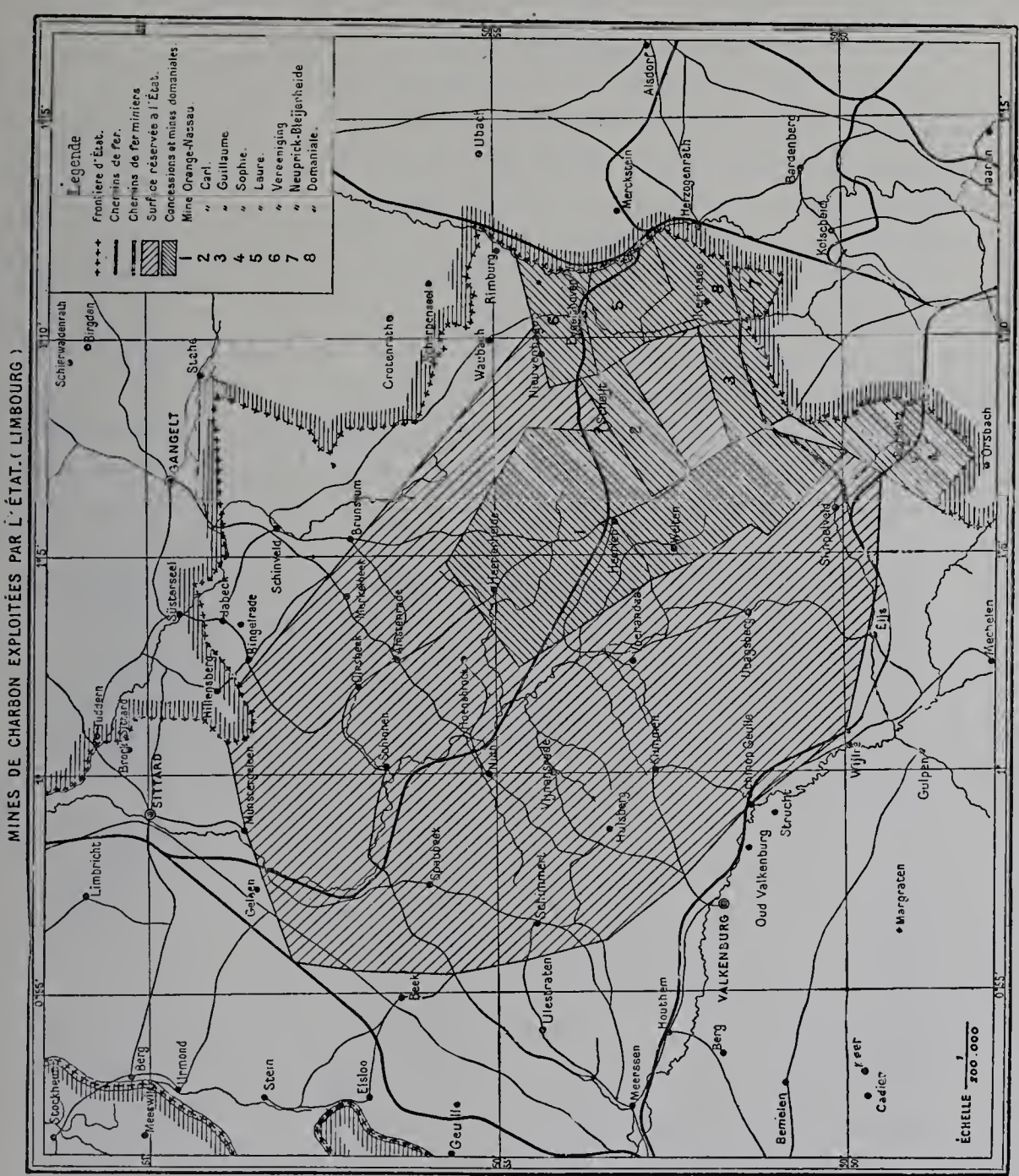
BASSIN HOUILLER DU LIMBOURG

Fig. N° 79



Venue d'eau : 14 mètres cubes par heure. Au fond du puits est installée une pompe foulante à air comprimé, débitant 310 litres par minute, à la vitesse de 50 tours.

Aérage moyen : 130 mètres cubes par heure et par ouvrier.


MINES DE CHARBON EXPLOITÉES PAR L'ÉTAT. (LIMBOURG)
Légende
Frontière d'État.
Chemins de fer.
Chemins de fer miniers
Surface réservée à l'État.
Concessions et mines domaniales.
Mine Orange-Nassau.
1 " Carl.
2 " Guillaume.
3 " Sophie.
4 " Laure.
5 " Vereeniging
6 " Neuprick-Bleijenheide
7 " Domaniale.
8 " Domaniale.
SITTARD
GANGELT
VALKENBURG
Rimburg
Merkstein
Alsdorf
Herzogenrath
Bardenberg
Kerkrade
Heerlen
Hoensbroek
Schinveld
Brunssum
Sittard
Geleen
Stein
Elsloo
Geulle
Meerssen
Houthem
Berg
Bemelen
Margraten
Gulpen
Cadier
Feer
Vijlen
Elle
Schinveld
Oud Valkenburg
Strucht
Ulestraten
Meerssen
Meerssen
Meerssen

Personnel : deux directeurs : un technique, un commercial; 9 inspecteurs; 79 ouvriers au jour et 192 au fond.

Journée de travail : 9 heures au fond, 10 heures au jour.

Salaire moyen : 1 fl. 83.

L'année 1899 est la première année d'extraction.

Le rendement a été, au fond, de 219 t. 03; au jour, de 553 tonnes.

Venue d'eau moyenne : 60 m. c. 60 par heure.

Une pompe souterraine débite 2 mètres cubes par minute.

Aérage par homme et par heure : 257 mètres cubes.

Installations : 4 chaudières, 5 moteurs.

Le 8 novembre se produisit un accident de cage (sans accident de personne) qui arrêta pendant quelques temps l'extraction.

Il y eut dans l'année deux tués et un blessé, ce qui amena un règlement sur les explosifs et sur le transport du personnel.

D. *Concession Carl.* — Le fonçage fut longtemps arrêté, au puits n° 1, par une chute de machine dans ce puits; le 12 novembre 1900, un incendie du chevalement extérieur amena dans le puits une nouvelle chute d'outils, qui empêchait encore la reprise du fonçage au 1er janvier 1901.

E. *Société anonyme des charbonnages Guillaume et Sophie.* — Cette société a été formée le 13 décembre 1898. Elle s'occupa d'abord du fonçage, par la méthode de congélation, de deux puits de 3 m. 25 de diamètre, distants l'un de l'autre de 35 mètres.

En 1899, 18 trous furent forés pour la congélation du terrain en vue du creusement du puits n° 1; ces trous atteignirent le terrain houiller à 60 mètres de profondeur au mois d'août 1900.

Voici l'épaisseur et la succession des terrains traversés par les sondages :

Argile	4m50	Sable gris mêlé de gravier	10m00
Sable brun foncé	1 80	Sable gris	2 00
Conglomérats	2 00	Sable gris foncé	1 24
Sable jaune verdâtre	2 30	Schistes durs	0 51
Sable argileux gris verdâtre	29 40	Charbon	0 93
Grès	5 00	Schistes tendres	0 32
Sable gris verdâtre	2 00	Puis des schistes durs à nouveau.	

La congélation a commencé en octobre, à la température de 48 degrés au-dessous de zéro (pression : 55 atmosphères).

Personnel : un directeur technique, 2 inspecteurs, 2 employés, 38 ouvriers, dont le salaire moyen a été de 1 fl. 60 par journée de 12 heures.

F. *Société anonyme des charbonnages réunis Laura et Vereeniging.* — C'est une société belge, formée à la fin de 1899, pour l'exploitation de deux concessions achetées à deux sociétés prussiennes.

Voici, en terminant, le graphique donnant la production houillère mensuelle du Limbourg (fig. 81), puis les tableaux mentionnant les résultats des sondages dans le sud-est.

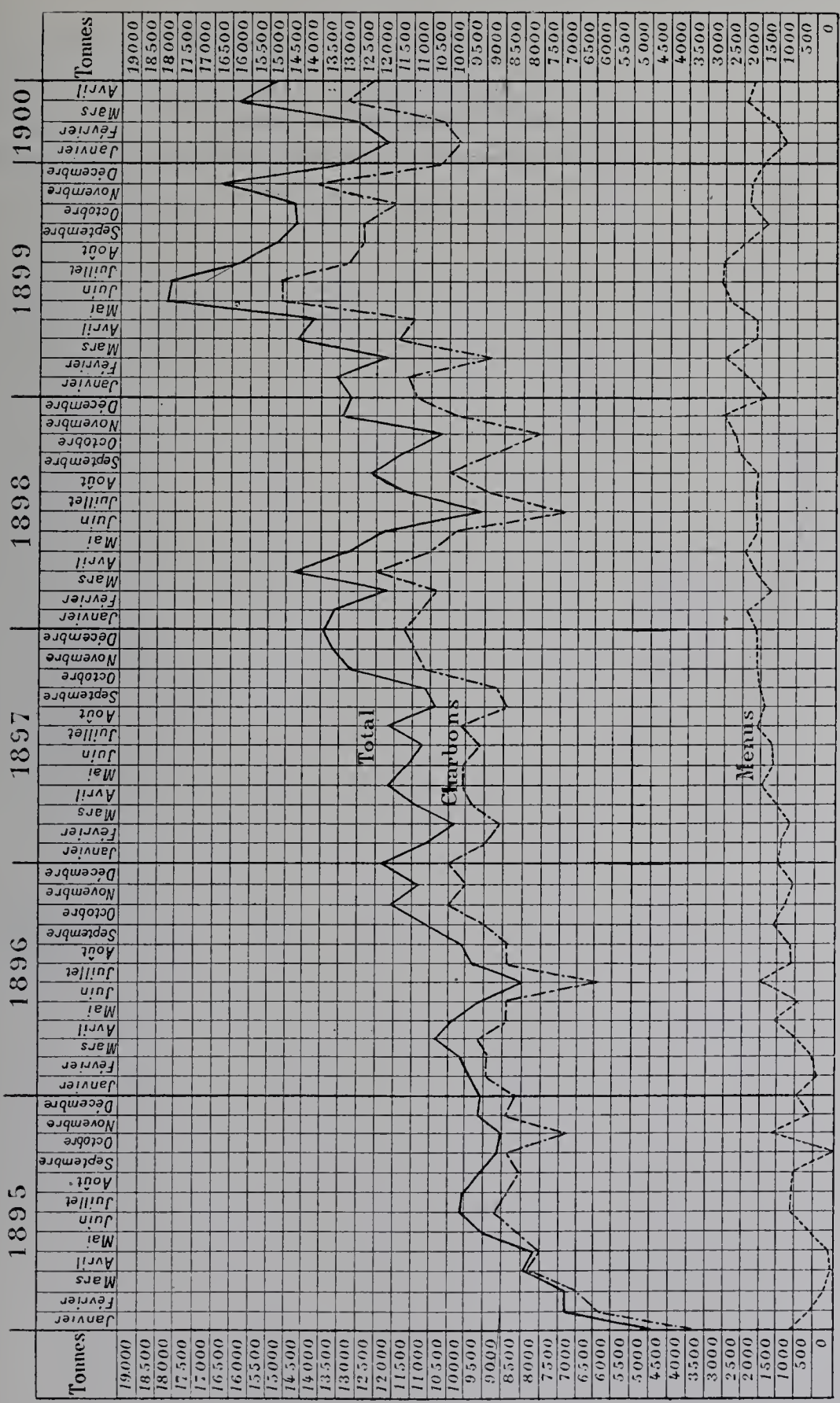


Fig. 81. — Production houillère mensuelle du Limbourg hollandais.

RÉSULTAT DES SONDAGES DANS LE SUD-EST DU BASSIN HOUILLER DU LIMBOURG.

(Les indications du tableau concernant les matières volatiles sont indiquées en p. 100. Sauf mention contraire, les analyses ont été faites par l'ingénieur des mines C. Blankevoort. Les profondeurs auxquelles ont été rencontrés le terrain houiller et le charbon exploitable dans les divers sondages sont exprimées en mètres. On a négligé les couches inférieures en puissance à 35 centimètres.)

NUMÉROS DES ARCHIVES DES SONDAGES.	INDICATION DE LA SITUATION. — COMMUNES, HAMEAUX, ETC. HAUTEURS AU-DESSUS du niveau d'Amsterdam.	PROFONDEUR DU TERRAIN HOUILLER.	PROFONDEUR de LA COUCHE. I	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. I	PROFONDEUR de LA COUCHE. II	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. II	PROFONDEUR de LA COUCHE. III	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. III	PROFONDEUR de LA COUCHE. IV	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. IV	PROFONDEUR de LA COUCHE. V	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. V	PROFONDEUR à laquelle LE SONDAGE a été arrêté.	OBSERVATIONS.
1	Heerlen, Vrusschehueske.. 176 (niveau d'Amsterdam).	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	200,00	Sans résultat.
2	Kerkrade, Ham..... 130	13,65	17,67	0,46	39,05	1,40	81,30	2,00	//	//	//	//	94,20	
3	Kerkrade, Bril..... 121	22,00	26,50	1,40	//	//	//	//	//	//	//	//	27,90	
4	Kerkrade, Wiebach..... 136	36,45	70,00	2,30	//	//	//	//	//	//	//	//	72,30	
5	Kerkrade, Gracht..... 156	61,90	70,25	1,80	//	//	//	//	//	//	//	7	72,50	
6	Kerkrade, Speckholzerheide 150	49,17	74,62	2,57	//	//	//	//	//	//	//	//	77,19	
7	Bocholtz, Dorp..... 177	87,45	94,45	1,90 *	//	//	//	//	//	//	//	//	96,35	* Résultat douteux.
8	Kerkrade, Winselaar..... 156	80,43	88,70	1,22	//	//	//	//	//	//	//	//	89,92	
9	Kerkrade, Kaalheide..... 141	53,37	58,38	1,77	69,80	0,23 K. 0,35 Sch. 0,36 K.	77,85	0,52	86,80	0,80	//	//	89,12	K. = Charbon. Sch. = Schistes.
10	Kerkrade, Chevremont.... 155	71,35	74,35	0,46	81,85	0,35	//	//	//	//	//	//	107,00	
11	Kerkrade, Onder Specholz. 157	95,17	95,90	0,76	98,34	1,20	//	//	1	//	//	//	101,42	
12	Eygelshoven, Dorp..... 112	103,19	104,25	0,66	113,93	0,69	//	//	//	//	//	//	129,50	
13	Heerlen, Onderste Locht.. 167	96,76	100,15	0,84	//	//	//	//	//	//	//	//	101,11	
14	Ubach over Worms, Groenstraat. 161	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	80,50	Sans résultat.
15	Kerkrade, Beerenbusch... 136	63,00	154,45	0,74 K. 0,24 Sch. 0,30 K.	//	//	//	//	//	//	//	//	176,57	

NUMÉROS DUN ARCHIVES DES SONDAGES.	INDICATION DE LA SITUATION. — COMMUNES, HAMEAUX, ETC. HAUTEURS AU-DESSUS du niveau d'Amsterdam.	PROFONDEUR DU TERRAIN HOUILLER.	PROFONDEUR de LA COUCHE. I	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. I	PROFONDEUR de LA COUCHE. II	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. II	PROFONDEUR de LA COUCHE. III	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. III	PROFONDEUR de LA COUCHE. IV	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. IV	PROFONDEUR de LA COUCHE. V	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. V	PROFONDEUR à laquelle LE SONDAGE a été arrêté.	OBSERVATIONS.
16	Wittem, Parteij..... 97	30,55	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	187,11	Encore aucune couche exploitable.
17	Heerlen, Weltershuisje.... 103	76,40	103,35	0,60	"	"	"	"	"	"	"	"	104,32	
18	Heerlen, Aan de kook.... 154	90,50	95,95	0,52	98,40	0,94	"	"	"	"	"	"	99,38	
19	Heerlen, Beuzenrade..... 117	80,55	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	125,57	Aucune couche exploitable.
20	Klimmen, Weustenrade... 85	203,37	218,32	1,24	"	"	"	"	"	"	"	"	219,56	
21	Nieuwenhagen, Rouwenhof. 145	119,42	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	131,88	Aucune couche exploitable.
22	Heerlen, Hoeve Carisborg. 132	101,10	146,50	1,40	"	"	"	"	"	"	"	"	148,62	
23	Simpelveld, Weg Bocholtz. 157	127,59	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	148,65	Aucune couche exploitable.
24	Hulsberg, Heek..... 100	174,63	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	280,76	Aucune couche exploitable.
25	Heerlen, Huskenweide.... 88	103,87	121,82	1,40	"	"	"	"	"	"	"	"	145,91	
26	Voerendaal, Hoeve Lindelauf 93	145,31	236,72	2,21*	"	"	"	"	"	"	"	"	239,24	* Douteux.
27	Schaesberg, Palenberg.... 96	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	8	125,00	Sans résultat.
28	Wijnandsrade, Hoeve Oude Bongart. 89	196,95	207,62	0,67	"	"	"	"	"	"	"	"	214,00	
29	Heerlen, Koningsbeemd... 81	140,80	153,90	0,39	"	"	"	"	"	"	"	"	155,29	
30	Heerlen, Kopjesmolen.... 81	135,96	148,01	0,60 *15 p. 100.*	"	"	"	"	"	"	"	"	149,00	
31	Klimmen, Tol..... 100	148,75	260,49	1,10	"	"	"	"	"	"	"	"	261,60	
32	Heerlen, Schindergats.... 115	127,31	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	156,84	Aucune couche exploitable.
33	Heerlen, Heerlerheide.... 92	243,96	265,82	1,25 *21 p. 100.*	"	"	"	"	"	"	"	"	267,55	

NUMÉROS aux ARCHIVES DES SONDAGES.	INDICATION DE LA SITUATION. — COMMUNES, HAMEAUX, ETC. HAUTEURS AU-DESSUS du niveau d'Amsterdam.	PROFONDEUR DU TERRAIN HOUILLER.	PROFONDEUR de LA COUCHE. I	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. I	PROFONDEUR de LA COUCHE. II	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. II	PROFONDEUR de LA COUCHE. III	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. III	PROFONDEUR de LA COUCHE. IV	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. IV	PROFONDEUR de LA COUCHE. V	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. V	PROFONDEUR à laquelle LE SONDAGE a ÉTÉ ARRÊTÉ.	OBSERVATIONS.
3	Heerlen, Kempkensweg . . . 110	98,09	127,41	0,85 K. 0,06 Sch. 0,44 K. *15 p. 100.*	133,32	0,44	148,03	0,40	156,00	0,35	169,11	1,15 *12.5 p. 100.*	234,00	Inclinaison nulle des couches. K = Charbon. Sch. = Schistes.
35	Heerlen, Zeswegen 109	95,59	106,23	0,15 K. 0,67 Sch. 0,25 K. *14 p. 100.*	156,72	0,95 *12 p. 100.*	164,49	0,36 K. 0,08 Sch. 0,16 K.	165,53	1,08 *11 p. 100.*	204,73	0,25 K. 0,66 Sch. 0,45 K.	210,93	Puits actuel : Orange-Nassau.
36	Nieuwenhagen, Aan de spoorlijn. 125	109,37	135,12	0,62 *12 p. 100.*	171,06	1,59	"	"	"	"	"	"	208,25	Analyse de C. Honigmann : 9.33 p. 100 de matières volatiles.
37	Ubach over Worms, Groenstraat. 137	260,39	273,83	0,97 *21.73 p. 100.**	291,77	0,95 *12.45 p. 100.**	"	"	"	"	"	"	297,72	Analyse de Eschweiler : I. 18.80 p. 100 ; II. 16.26 p. 100. * Les deux analyses de C. Honigmann.
38	Nieuwenhagen, Bovens Nieuwenhagen. 152	188,60	266,46	1,20 *12.1 p. 100.*	"	"	"	"	"	"	"	"	267,70	
39	Kerkrade, Speckholzerheide 155	58,25	97,53	0,98 *6.61 p. 100.*	108,87	0,78	180,25	0,33 K. 0,10 Sch. 0,72 K.	272,80	1,08	"	"	348,16	Inclinaison nulle des couches.
40	Wijnandsrade, Hoeve Laarhof. 72	189,33	194,40	0,06 K. 0,14 Sch. 0,25 K. 0,50 Sch. 0,40 K.	245,40	0,38 K. 0,39 Sch. 0,80 K. *10.83 p. 100.*	368,55	0,98 *8.80 p. 100.*	370,79	0,67 *7.92 p. 100.*	"	"	381,34	
41	Simpelveld, Bosscheninuizen. 125	125,43	142,50	0,45 *5.1 p. 100.*	"	"	"	"	"	"	"	"	179,00	
42	Voerendaal, Hoeve de Dael. 100	153,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	196,00	Aucune couche exploitable.
43	Nuth, Kamp 68	211,50	312,57	0,66 K. 0,40 Sch. 0,51 K. *9.7 p. 100.*	452,55	1,00	"	"	"	"	"	"	473,00	Inclinaison nulle.
44	Brunssum, Rumpen. 75	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	132,25	Sans résultat.
45	Simpelveld, Weg Bocholtz. 157	129,20	265,01	0,40 *4.94 p. 100.*	"	"	"	"	"	"	"	"	310,80	Inclinaison : 45 degrés.
46	Schinnen, Breijnder. 70	229,90	245,60	1,01 K. 0,40 Sch. 0,30 K. *18.35 p. 100.*	287,15	0,52 K. 0,40 Sch. 0,36 K. 0,16 Sch. 0,90 K.	330,20	0,36	385,18	0.78	"	"	402,00	

IMPRIMERIE NATIONALE.

NUMÉROS aux ARCHIVES DES SONDAGES.	INDICATION DE LA SITUATION. — COMMUNES, HAMEAUX, ETC. HAUTEURS AU-DESSUS du niveau d'Amsterdam.	PROFONDEUR DU TERRAIN HOUILLER.	PROFONDEUR de LA COUCHE. I	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. I	PROFONDEUR de LA COUCHE. II	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. II	PROFONDEUR de LA COUCHE. III	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. III	PROFONDEUR de LA COUCHE. IV	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. IV	PROFONDEUR de LA COUCHE. V	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. V	PROFONDEUR à laquelle LE SONDAGE a ÉTÉ ARRÊTÉ.	OBSERVATIONS.
47	Schinnen, Wolfshagen.... 75	215,00	223,25	0,25 K. 0.82 Sch. 0,80 K.	260,90	0,54 K. 0,12 Sch. 0,30 K. 0,50 Sch. 0,48 K. *17.2 p. 100.*	//	//	//	//	//	//	270,30	K. = Charbon. Sch. = Schistes.
48	Wijnandsrade, Kasteel.... 90	190,50	232,10	0,70 K. 0,10 Sch. 0,25 K. *8 p. 100.*	331,49	0,57	345,55	0,75 K. 0,12 Sch. 0,20 K. *5 p. 100.*	354,76	0,95 *4.82 p. 100.*	//	//	418,82	Inclinaison nulle des couches.
49	Oirsbeek, Gracht..... 77	290,10	326,74	0,56 K. 0,24 Sch. 0,35 K. *34.35 p. 100.*	336,72	0,38 *15.55 p. 100.*	341,39	0,64	355,00	0,15 K. 0,10 Sch. 0,41 K. *32.89 p. 100.*	//	//	366,79	
50	Hoensbroek, Overbroek.... 80	176,00	205,95 VI 251,00	0,36 VI 0,45	225,00 VII 261,44	1,16 VII 0,20 K. 0,38 Sch. 1,04 K.	227,00 VIII 288.64	0.70 VIII 0,20 K. 0,30 Sch. 0,70 K.	238,24 IX 294,14	0,44 IX 0,77 * *11.91 p. 100.*	242,24 //	0,48 //	302,65 //	* Douteux.
51	Geleen, Munstergeleen.... 55	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	163,00	Sans résultat.
52	Spaubeek, Hoeve..... 67	260,60	416,00	0,62	430,44	0,35 *8.66 p. 100.*	//	//	//	//	//	//	440,29	Inclinaison nulle des couches.
53	Heerlen, Schrijversheide.. 89	190,25	199,45	0,33 K. 0,28 Sch. 0,49 K. *22.73 p. 100.*	206,12	0,10 K. 0,36 Sch. 0,49 K.	308,00	0,80 K. 0,38 Sch. 0,30 K. *21.87 p. 100.*	346,40	0,10 K. 0,25 Sch. 0,25 K.	//	//	355,15	Inclinaison nulle des couches.
54	Schinnen, Puth..... 98	394,00	421,01	0,44 K. 0,05 Sch. 0,15 K. 0,20 Sch. 0,08 K. *22.19 p. 100.*	424,35	0,42	434,50	0,82 K. 0,11 Sch. 0,12 K.	//	//	//	//	445,00	Inclinaison de 60 à 75 degrés.
55	Wijnandsrade, Velde..... 83	209,00	220,00	0,40	236,45	0,95 K. 0,05 Sch. 0,15 K.	241,25	0,20 K. 0,95 Sch. 0,35 K. *7.02 p. 100.*	//	//	//	//	436,92	Inclinaison nulle des couches.
56	Amstenrade, Kasteel..... 100	225,00	265,14	1,87 * *22.49 p. 100.*	299,08	1,73	317,29	1,10	327,22	0,98 *21.78 p. 100.*	//	//	329,30	* La couche renferme des schistes.
57	Merkelbeek, Bovenste Hof. 75	303,57	322,73	0,55 K. 0,12 Sch. 0,43 K. *35.07 p. 100.*	379,03	0,35 K. 0,23 Sch. 0,10 K.	407,25	0,63 *32.87 p. 100.*	455,62	0,46 K. 0,08 Sch. 0,20 K.	//	//	470,50	Inclinaison nulle des couches.

NUMÉROS aux ARCHIVES DES SONDAGES.	INDICATION DE LA SITUATION. — COMMUNES, HAMEAUX, ETC. HAUTEURS AU-DESSUS du niveau d'Amsterdam.	PROFONDEUR DU TERRAIN HOUILLER.	PROFONDEUR de LA COUCHE. I	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. I	PROFONDEUR de LA COUCHE. II	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. II	PROF DEU de LA COU III
58	Brunssum, Heufken..... 75	//	//	//	//	//	//
59	Nuth, Vaesrade..... 85	202,00	289,70	0,30 K. + Sch. 0,33 K.	320,00	0,45	331
60	Merkelbeek, Hout..... 100	//	//	//	//	//	//
61	Schinnen, Huis Schinnen.. 65	226,50	229,34	0,98 K. 0,50 Sch. 0,30 K.	251,42	0,15 K. 0,10 Sch. 0,68 K.	349
62	Munstergeleen, Windraek. 85	//	//	//	//	//	//
63	Oirsbeek, Groot Doenrade. 115	393,00	339,94	0,40 K. 0,10 Sch. 0,15 K.	436,38	0,40	449
64	Munstergeleen, Windraek. 110	394,00	403,04	0,82 *30.5p.100**.	//	//	//
65	Merkelbeek, Hout..... 100	//	//	//	//	//	//
66	Oirsbeek, Huis Doenrade.. 114	356,50	367,67	0,36 K. 0,13 Sch. 0,16 K.	393,90	0,28 K. 0,30 Sch. 0,05 K. *34.02p.100.*	40
67	Hulsberg, Aalbeek..... 120	249,00	418,21	0,39	566,10	0,20 K. 0,10 Sch. 0,27 K.	
68	Brunssum, Heide..... 90	//	//	//	//	//	
69	Bingelrade, Raath.....	//	//	//	//	//	
70	Sittard, Ophoven..... 40	//	//	//	//	//	

PAISSEUR de LA COUCHE. III	PROFONDEUR de LA COUCHE. IV	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. IV	PROFONDEUR de LA COUCHE. V	ÉPAISSEUR de LA COUCHE. V	PROFONDEUR à laquelle LE SONDAGE a été arrêté.	OBSERVATIONS.
//	//	//	//	//	269,90	Sans résultat.
0,59	//	//	//	//	359,50	K. + Sch. = charbon et schistes mêlés.
//	//	//	//	//	environ ± 300	Sans résultat.
0,46 9 p. 100.	//	//	//	//	439,50	Inclinaison : 60 degrés.
//	//	//	//	//	115,50	Sans résultat.
0,33 K. 0,12 Sch. 0,15 K. 5.2 p. 100*.	454,68	0,40	//	//	461,82	* Analyse du Dr Brockmann, de Bochum.
//	//	//	//	//	//	En fonçage. * Analyse du Dr Dieckhoff, de Bochum.
//	//	//	//	//	± 300	Sans résultat.
0,15 Sch. + K. 0,31 K.	429,33	0,15 K. 0,10 Sch. 0,22 K.	//	//	± 450	Inclinaison nulle.
//	//	//	//	//	734,60	Inclinaison nulle.
//	//	//	//	//	224,00	Sans résultat.
//	//	//	//	//	658,58	Sans résultat.
//	//	//	//	//	265,59	Sans résultat.

EXPOSITION COLONIALE MINIÈRE NÉERLANDAISE.

Dans le premier des deux curieux pavillons des Indes néerlandaises, au Trocadéro, étaient exposés :

1° Par l'Etat hollandais, de nombreux et gros blocs de charbon de ses mines d'Ombilin (gisements situés dans la partie occidentale de l'île de Sumatra), ainsi que le plan du warf du port Emma Haven, pour l'embarquement des charbons, et des cartes géologiques, à diverses et grandes échelles, des Indes orientales néerlandaises, notamment celle de Java au 1/500000 par MM. Verbeeck et Fennema.

2° Par le Service des Mines, une collection remarquable de fossiles du jurassique, du crétacé et du tertiaire de Bornéo, du pliocène de Timor et du tertiaire de Java (ces derniers au nombre de 150).

3° Par M. le professeur Martin, de Leyde, la carte géologique des îles Aruba et Bonair (Indes occidentales néerlandaises); et par M. le docteur Van C. Cappelle, des échantillons des divers terrains de l'île Aruba.

4° Par la Société des Mines d'étain de Bangka, un tableau indiquant sa production, un plan de l'exploitation à ciel ouvert, enfin, un tableau donnant la production de l'étain dans toutes les Indes néerlandaises, de 1840 à 1899.

Dans le deuxième pavillon se trouvaient :

1° des blocs de paraffine retirée du pétrole de Java (point de fusion : 62 degrés celsius);

2° des outils de sondage de la maison française Lippmann, envoyés par elle pour la prospection en profondeur des mines d'étain de Bangka;

3° des bocaux de pétrole brut et raffiné de Java (densité du pétrole raffiné : 0,8346. Inflammabilité : 36°5);

4° des bocaux d'huile minérale pour graissage de machines, provenant de la raffinerie de Wonokromo (île de Java). Ces huiles sont de trois sortes, caractérisées par leur densité, leur inflammabilité et leur point d'ignition :

Densité.....	0.985	0.952	0.955	Inflammabilité....	189°	206°	181°
Viscosité à 50°.	50.0	13.5	7.2	Ignition.....	225°	247°	215°

5° Enfin, la Commission néerlandaise des Indes avait exposé de beaux échantillons de minerais d'or.

L'immense territoire insulaire soumis à la Hollande s'étend du 95e au 141e degré est de Greenwich et du 6e de latitude nord au 11e degré de latitude sud. Il comprend Sumatra et les îles avoisinantes, comme l'archipel de Riouw et le groupe stannifère de Bangka et de Billiton; Java et Madura, avec les groupes s'y rattachant; Bornéo, moins la partie nord placée sous le protectorat anglais; l'archipel des Célèbes; la partie ouest de la Nouvelle-Guinée jusqu'au 141e degré; enfin, les petites îles de la Sonde et l'archipel de Timor, à l'exception de quelques enclaves portugaises.

Voici un résumé des pages de la brochure du Commissariat concernant la géologie et l'industrie minière des colonies hollandaises, auquel nous avons joint quelques renseignements communiqués par M. le colonel Hooyer, Commissaire général adjoint.

INDES OCCIDENTALES NÉERLANDAISES.

I. SURINAM (GUYANE HOLLANDAISE).

La géologie de ce pays est peu connue; la plus grande partie de Surinam n'a jamais été l'objet de recherches scientifiques.

En outre, le sol est partout décomposé jusqu'à une profondeur assez grande, ce qui rend difficile la détermination des diverses formations.

Dans son ensemble, Surinam forme un plan doucement incliné du sud au nord, parsemé de collines, rarement de montagnes, si l'on peut donner ce nom à des hauteurs dont la plus élevée, entre l'embouchure du Surinam et Toledo, ne dépasse pas 104 mètres (Mont Monni, près de Toledo).

Vers le cours supérieur des rivières, c'est surtout le granit qui est développé: il constitue la région des rapides. Dans ce granit on rencontre parfois de la diabase.

Au cours moyen du Surinam et du Coppenam, dominent surtout le terrain archéen, la diabase et, croit-on, le *grönstein*. Le granit n'est là que d'une façon accessoire (le long du Nickeri).

Mais c'est le granit qui forme en général le fond des savanes s'étendant entre les alluvions du littoral et les rochers de la partie méridionale de la colonie. Le littoral est formé exclusivement d'alluvions.

Dans les terres basses, les fleuves prennent un caractère fort sinueux et, au voisinage de la mer, des digues de coquilles attestent l'existence d'anciens cordons littoraux.

Ces digues sont de date récente, car elles contiennent des restes d'animaux de nos mers actuelles et même quelques objets industriels indigènes.

L'intérieur de Surinam est riche en or; mais c'est le seul minéral reconnu, actuellement, comme exploitable.

Les différents placers aurifères sont situés sur le haut Saramacca, le Surinam, le Saracreek, le Maroni, le Tapanahoni et le Laura; ils se rattachent pour la plupart à des schistes contenant des filons de quartz aurifère.

La Compagnie de Surinam projette de construire un tramway à vapeur pour faciliter l'étude de ce terrain schisteux ancien entre le Maroni et le Surinam; ce tramway, partant de Paramaribo, traversera d'abord la région aurifère entre le Saramacca et le Surinam, pour se diriger vers le Tapanahoni en longeant le Saracreek.

45 concessions ou permis de recherches ont été donnés en 1897; il y en avait, à la fin de 1896, 161 de renouvelés sur les 169 accordés précédemment. Leur ensemble s'étendait sur une surface de 234,708 hectares.

En 1897, les concessions ont produit :

Surinam, 434 kilogr. 661 gr. d'or; Laura, 250 kilogrammes; Saramacca 135 kilogr. 492 gr.; Marowine, 82 kilogr. 950 gr., soit en tout 900 kilogrammes environ.

L'or exploité provient presque uniquement des alluvions. Dans la région, il y a de nombreux petits cours d'eau permettant le lavage; on a d'ailleurs perfectionné les *sluice* et fait venir des *monitors* des États-Unis.

Quelques exploitants cependant commencent à extraire l'or des filons des collines.

Les principales sociétés sont :

1° *la Société des mines d'or de la Guyane hollandaise*, compagnie française, produisant un tiers du tonnage total;

2° *J. G. Von Hemert et C°;*

3° *la Compagnie L.F. de Jong;*

4° *la Compagnie des Placers d'or de la Guyane;*

5° *le Placer Hermina;*

6° *le Placer Gros;*

7° *le Placer Mindrinetti;*

8° *le Placer Tœval.*

La production totale a été : en 1877, de 214 kilogrammes d'or; en 1894, de 1181 kilogrammes; en 1897, de 900 kilogrammes; en 1898, de 820 kilogrammes.

II. ÎLES ARUBA, CURAÇAO ET BONAIR.

Ce sont les îles les plus importantes des Indes occidentales néerlandaises, débris arrachés à la côte du Venezuela.

On y trouve des schistes anciens et, à Aruba, de la diorite, tandis qu'à Curaçao c'est la diabase qui domine; l'île de Bonair renferme de la porphyrite micacée.

A Curaçao et à Bonair, le crétacé est très développé; il contient, à Curaçao, des radiolites; enfin, dans les trois îles, on rencontre des récifs coralliens d'âge quaternaire et peut-être tertiaire. Ces récifs émergent jusqu'à 218 mètres au-dessus du niveau de la mer et forment en général des couches d'une puissance de 10 à 30 mètres, reposant en discordance sur les formations plus anciennes et descendant vers la mer en terrasses nettement visibles. Ces récifs coralliens forment tout un cercle autour de Curaçao; la partie sud-est de l'île n'est qu'un atoll soulevé, dont les bords dépassent l'intérieur plus bas du pays. La mer, en se retirant de l'intérieur, y a laissé une partie de ses eaux qui sont restées en communication avec l'Océan et constituent les lacs, si caractéristiques, de Curaçao et de Bonair, qui ont la forme d'une feuille d'arbre et communiquent avec la mer par un étroit canal; ils sont souvent séparés d'elle par une simple digue basse. Sur l'un de ces lacs se trouve le Schottegat, qui est un port excellent.

Ces lacs sont d'une grande importance industrielle, car on y installe facilement des salines.

Les calcaires coralliens ont été en partie transformés en phosphate de chaux sous l'influence du guano qui les a recouverts autrefois. On y trouve un grand nombre de restes de coquilles de mollusques, de dents de requins (*calcherodon*) et quelques ossements de mammifères marins (*manatus*).

D'autres phosphates se sont formés dans les cavernes des anciens récifs; ils proviennent d'incrustations stalagmitiques ayant subi l'influence du guano des chauves-souris et des rats; mais ces phosphates sont fort peu développés; au contraire, le phosphate provenant du calcaire corallien a une grande importance industrielle.

A Aruba, on a reconnu quelques filons de quartz aurifère et même signalé quelques grosses pépites dans les alluvions; on en a encore découvert récemment, mais elles sont plus petites. Cependant les alluvions sont si restreintes que la recherche de l'or est très peu active à Aruba.

III. ÎLE SAINT-MARTIN.

Elle n'appartient aux Pays-Bas que dans sa partie méridionale, où elle est surtout formée de diorite et de granit à amphibole, qui sont traversés par d'autres roches éruptives anciennes, comme l'orthophyre et la diabase.

Sur ces roches éruptives reposent des sédiments, pour la plupart crétacés probablement. Une très petite partie des couches sédimentaires est d'âge miocène. Il n'y a guère de dépôts modernes.

On croit que l'île est dans une période d'affaissement.

IV. ÎLES SABA ET SAINT-EUSTACHE.

Ce sont des îles volcaniques formées d'andésite. Saint-Eustache a, au midi, un volcan s'élevant à 580 mètres au-dessus du niveau de la mer, et constitué par de l'andésite à augite associée à des tufs. Les matériaux de ces volcans constituent les trois quarts de l'île, toute la partie nord notamment. Au sud du volcan principal, se trouve une formation corallienne et gypsifère nommée *White Wall*, due à un soulèvement local.

La totalité des îles n'occupe qu'une étendue de 1,360 kilomètres carrés, égale à celle de la province d'Utrecht, la plus petite des Pays-Bas, tandis que Surinam couvre 129,000 kilomètres carrés, soit environ quatre fois la surface de la mère patrie.

INDES ORIENTALES NÉERLANDAISES.

GÉOLOGIE.

Historique. — Depuis les cartes publiées en 1883, les recherches géologiques dans cette partie des colonies hollandaises ont été activement poussées chaque année par deux ingénieurs des mines; de 1883 à 1899, des relevés partiels ont été faits à l'ouest de Bornéo, au nord, au sud et à l'est de Sumatra, près des bouches du Barito; enfin, sur la côte orientale de Bornéo, à Ménado et Gorontalo.

En 1894 fut achevé le relevé géologique de Java, commencé en 1883 et, en 1897, le Service des Mines publia la description géologique de Java, accompagnée d'un superbe atlas de 50 feuilles coloriées, qui figurait à l'Exposition.

L'étude géologique de l'ouest de Bornéo, commencée d'une manière systématique en 1893, se poursuit encore actuellement.

Le lever géologique de Bangka et de Bélitoung fut fait en 1894-1895. Ménado commença à être relevée en 1896 et Amboine en 1898. Ces travaux, dus en partie aux recherches des professeurs Martin et Wichmann, amenèrent M. Verbeeck à modifier sensiblement ses descriptions de la constitution géologique de l'archipel parues en 1883; ses modifications furent publiées en 1893; elles concernent surtout les terrains jurassique et crétacé.

Célèbes. — La roche principale de l'île de Célèbes est le granit coupé de cassures profondes, à remplissage de quartz, de porphyre et de diabase. Des dépôts tertiaires nombreux, calcaires ou grès horizontaux pour la plupart, reposent directement sur le granit et sont recouverts d'une mince couche d'alluvions. Les formations anciennes : alluvions de rivières, grès, graviers, pierres roulées, et les alluvions plus récentes, fluviales ou lacustres, qui recouvrent le tertiaire, constituent le sol des plaines, avec des inclusions aux affleurements de roches calcaires modernes. Des bancs de coraux bordent l'île le long d'une partie des côtes.

Quelques-unes des régions montagneuses sont formées de granit et de diorite; les grès et les calcaires tertiaires sont coupés par des remplissages d'andésite. Des coulées de laves montrent l'origine volcanique de Célèbes.

L'île comprend aussi d'importantes formations en relief de schistes argileux et métamorphiques rouges.

Sumatra. — L'île de Sumatra, qui a la forme générale d'un poisson, est traversée dans toute sa longueur par une chaîne de montagnes de trois à quatre mille pieds, comprenant des volcans, qui causent de fréquents tremblements de terre. Cette chaîne, dite *des Monts Barissan,* se compose de granit ayant percé les schistes métamorphiques qui les entourent; ces schistes, à base granitique, appartiennent à la période paléozoïque, mais on n'en peut fixer l'âge exact, car on n'y a rencontré encore aucun fossile; on croit cependant qu'ils sont siluriens ou dévoniens.

Ces schistes métamorphiques sont surmontés de calcaires formant, en maints endroits, des séries de montagnes très importantes et aux formes bizarres. Les fossiles trouvés dans ces calcaires montrent qu'ils sont de l'époque carbonifère; généralement cristallins, ils contiennent les plus beaux marbres. C'est dans cet horizon calcaire que se trouve le bassin houiller d'Ombilin, d'âge tertiaire, probablement éocène, et qui repose sur des poudingues et des brèches, produits de la décomposition des roches plutoniques et paléozoïques. Le dépôt houiller est composé de couches alternées de grès, de schistes et de charbon recouvert parfois de bancs calcaires.

Outre le granit, d'autres roches éruptives ont exercé leur influence, parmi lesquelles surtout le porphyre.

Les monts Barissan semblent formés en réalité de deux chaînes principales parallèles, de hauteurs presque égales, comme si les éruptions volcaniques avaient fendu l'île dans toute sa longueur, suivant la ligne des lacs de Toba, de Singkarah et de Korintji, qui ont chacun à leur extrémité un ou plusieurs volcans; le desséchement partiel de ces lacs est attribué à l'exhaussement du sol et aux dépôts d'alluvions des rivières.

A Sumatra, partout où les anciens schistes métamorphiques et les roches plutoniques, qui s'y rattachent, ne sont pas couverts de formations houillères et de roches volcaniques, on a constaté l'existence de gisements aurifères, exploités de temps immémorial par les indigènes. Les filons aurifères sont formés de quartz à inclusions assez fréquentes de sulfures de fer, de cuivre et de plomb. Les filons se rencontrent parfois dans des diorites.

Outre l'or et le fer, Sumatra produit aussi des diamants et de l'étain, surtout aux environs de Palembang, où les dépôts sont la continuation probable des gisements de cassitérite de Bangka. Enfin, Sumatra renferme des roches savonneuses souvent aurifères, appelées *noppal,* et des mines de pétrole.

Les côtes de l'île sont entourées de récifs coralliens.

Bornéo. — Quant à la géologie de Bornéo, les différents documents qui en parlent sont d'accord pour considérer l'île comme formée d'un massif de granits et de schistes surmontés de sable, d'argiles schisteuses et de calcaires, le tout coupé de quartz et de quartzites, et recouvert de dépôts diluvionnaires.

Les schistes sont souvent traversés par des poussées éruptives de serpentines, de diorites et, en de nombreux endroits, d'andésites.

INDUSTRIE MINÉRALE DES INDES ORIENTALES NÉERLANDAISES.

Le gouvernement des Indes néerlandaises s'est réservé le droit d'extraire pour le compte de l'État l'étain de Bangka et la houille d'Ombilin à Sumatra, tout en permettant aux industriels d'exploiter d'autres mines dans toutes les Indes néerlandaises, à condition d'observer la loi sur les mines promulguée aux Indes en 1898. Cette loi réserve certains terrains à l'État en vue de fouilles géologiques et géognostiques, dont quelques-unes ont pour but de se procurer de l'eau potable. Le service des mines publie chaque année un rapport officiel appelé *Annuaire du service des mines,* qui parut pour la première fois en 1872.

Voici un aperçu des concessions actuellement exploitées :

Étain. — En 1897, il y avait deux sociétés particulières, établies, l'une dans l'île de Blitoung et l'autre dans l'île de Singkep (archipel Lingga-Riouw).

Pétrole. — Sur 9 concessions à Java, deux sont exploitées par des Chinois et quatre par la société de l'industrie du pétrole de Dordrecht, fondée sur l'initiative de l'ingénieur Stoop.

Sur la côte orientale de Sumatra, on a donné dix concessions, dont quatre à la Société royale néerlandaise pour l'exploitation du pétrole.

A Bornéo, il y a deux concessions dans le pays de Koutéï.

Métaux, diamant et houille. — Les concessions houillères en exploitation à Sumatra, sont : Rambang, Palembang et Riouw. A Bornéo, il y a deux concessions : l'une à Koutéï, l'autre dans la résidence dite *du Sud-Est*. Dans cette résidence, la Société Bornéo, d'Amsterdam, possède un terrain renfermant un peu de houille, mais surtout du diamant, de l'or et du platine. Pour ces trois minéraux, il a été donné trois concessions dans la résidence occidentale de Bornéo; pour le cuivre et le plomb, trois concessions à Ménado; pour le plomb et l'antimoine, une seule, dans la résidence du sud-est de Bornéo; enfin, l'exploitation générale de tous les minéraux dans l'île de Batyan (Ternate) a été concédée à la Société de Rotterdam.

Au 1er janvier 1897, on avait déjà délivré 324 permis de fouille pour Java et Madura et 274 pour les autres provinces de l'archipel.

De 1897 à 1900, il a été accordé 328 nouvelles autorisations pour Java et Madura et 589 pour les autres îles néerlandaises.

On continue à extraire l'or et le diamant dans les résidences de Bornéo. Ces exploitations, qui sont des plus restreintes, ne sont pas soumises à la loi sur les mines; elles ont d'ailleurs donné des bénéfices décroissants depuis quelques années dans la partie sud-est de Bornéo, comme la houille dans la partie ouest.

L'or aux Indes orientales. — L'or y est connu depuis une date fort ancienne; il fut d'abord retiré surtout de l'île de Célèbes où, pendant longtemps, l'impôt à payer aux princes indigènes était perçu en poudre d'or.

Célèbes. — C'est en 1890-1891 que furent faites les premières explorations modernes, sur la côte septentrionale de l'île de Célèbes. La Compagnie minière indo-néerlandaise débuta à Bwool, et la Compagnie de Soumalata à l'endroit de ce nom. Le succès fut d'abord médiocre à cause de l'insuffisance des capitaux; puis, la Compagnie indo-néerlandaise découvrit la riche mine Dopolak; le retentissement de cette découverte fit naître en 1897 et 1898, tant aux Indes qu'en Hollande, de nombreux syndicats d'exploration, dont 16 principaux existent encore à Célèbes. Quelques-uns des syndicats se sont transformés en sociétés d'exploitation; celles-ci sont au nombre de quatre à Célèbes.

Ce sont :

1° la Compagnie indo-néerlandaise, qui possède une batterie de 10 pilons;

2° la Compagnie Totok, dont l'installation est analogue à la précédente;

3° la Compagnie de Soumalata;

4° la Compagnie Noord-Célèbes.

Jusqu'en 1890, l'extraction aurifère n'était guère faite que par les indigènes. Cependant il y avait eu quelques timides tentatives européennes : en 1854, par la «Société

pour favoriser le développement de l'industrie minière », et, en 1875, par l'ingénieur Verbeeck.

En 1891, fut fondée la Société « Sintang » et en 1893 la « Neederlandsch Indische mijnbouw mij », à qui revient l'honneur d'avoir, par sa persévérance, entraîné l'opinion et les capitaux pour l'exploitation du domaine aurifère de l'archipel néerlandais. Cette Société fit faire pendant deux ans des études à Bwool, petit sultanat sur la côte nord de l'île de Célèbes. Cette partie de l'île est très montagneuse; c'est dans une chaîne parallèle à la côte que sont exploités les filons aurifères; ils sont encaissés dans une roche éruptive. La concession de Bwool fut donnée le 16 juillet 1897 à la société, dont le capital fut alors porté à 5 millions de florins. Actuellement, à Bwool, elle possède une belle usine de traitement des minerais d'or, un chemin de fer industriel et un funiculaire amenant le minerai des filons à l'usine de traitement. Les chutes d'eau des environs de Bwool servent à produire l'énergie électrique nécessaire à la marche des ateliers de broyage, qui peuvent passer jusqu'à 100 tonnes par jour. Jusqu'en 1900, depuis sa fondation, la Compagnie a fait en Europe 12 envois d'or, ayant produit 119,000 florins.

Java. — A Java, seules les mines de Goenoeng-Parang et de Pasir-Angin ont une histoire. Leur exploitation fut commencée, au XVIIIe siècle, par la Compagnie des Indes. Vers 1730, on avait déjà creusé plusieurs galeries. A cette époque, malgré une teneur, variable il est vrai, mais parfois encourageante, la Compagnie des Indes arrêta les travaux, les jugeant inutiles.

C'est de ces mêmes gisements que provenaient les échantillons analysés en 1896, qui donnèrent de 3 à 4 grammes d'or à la tonne et 200 grammes d'argent.

Ces mines n'ont été visitées, depuis 1896, que rapidement, et leur exploitation n'était pas encore reprise en 1900.

Sumatra. — Au point de vue de l'histoire de l'extraction de l'or, Sumatra est beaucoup plus intéressante que Java. C'est à Sumatra, en effet, que les Hollandais créèrent, en 1666, leur comptoir de Padang, sur la côte occidentale, en vue de monopoliser à leur profit la production de l'or. Le comptoir achetait tout l'or extrait par les indigènes; il voulut aussi créer une exploitation européenne et organisa, près de Painan, au sud de Padang, les usines de Salida. De 1690 à 1694 il exporta en Hollande 174,000 florins, produit de minerais d'or titrant au moins 200 grammes; tout minerai de teneur moindre était rejeté. Malgré cette richesse, les frais d'extraction étaient tels que l'exploitation fut bientôt arrêtée. Les mines furent alors louées à des Chinois, puis à des indigènes. Depuis 1850 elles sont complètement abandonnées.

En 1896, une expédition était envoyée dans le haut Palembang par un syndicat de Batavia. Elle trouva d'abord de nombreux placers d'alluvions modernes, à traitement difficile, puis, après deux mois de recherches, un riche filon. Les échantillons qu'elle en rapporta donnèrent jusqu'à 58 grammes d'or à la tonne. C'est alors, en février 1897, que se forma la Société anonyme « Goud Exploratie Mij Redjang Lebong », au capital de 120,000 florins, porté en 1898 à 2 millions de florins. Cette société joua, à Sumatra, le rôle de la « Neederlansch Indische » à Célèbes; elle possède actuellement

vingt pilons et installe des dynamos, une nouvelle batterie de pilons et des ateliers de traitement par amalgamation et cyanuration.

Pour Sumatra, il faut aussi mentionner la Société « Barma-Sawah », dont la concession se trouve au nord-est du port d'Aler-Bangis, sur la côte ouest de l'île, et enfin la Compagnie « Batang-Batahan ».

Bornéo. — C'est de temps immémorial que les Chinois, établis dans l'île depuis des siècles, se sont occupés du lavage des alluvions et du broyage des quartz aurifères. Les travaux étaient faits par les *kongsies,* associations dont les affiliés travaillaient sous la protection d'un contrat bilatéral.

Les alluvions sont traitées hydrauliquement, au moyen de barrages établis dans les cours d'eau voisins des conglomérats aurifères.

A Bornéo, où l'État afferme les laveries d'or, la première société européenne fut la « Landak Gold Mijne », établie en 1890; puis vint la « West Bornéo Gold Field ». Aujourd'hui les sociétés sont nombreuses (19 en 1900), car nombreux sont les placers de Bornéo. Mais il semble que leur avenir n'est pas aussi rassurant qu'à Sumatra ou à Célèbes; quelques-unes des sociétés ont trois ans d'existence et sont déjà en décadence, et quelques syndicats ont même dépensé en pure perte tous leurs capitaux. La végétation tropicale de l'île, son rude climat, son terrain particulièrement accidenté, sont autant de difficultés spéciales au pays, qui en rendent l'exploitation aurifère lente et coûteuse.

Production aurifère totale des Indes orientales. — Avant l'époque actuelle, l'or de la production indigène était absorbé en partie par les usages de luxe, mais surtout exporté par de nombreux Chinois ou Arabes, véritables fléaux économiques des Indes, qui s'étaient imposés comme intermédiaires entre les commerces d'importation et d'exportation; leur intervention empêche de se faire une idée de la production en or des différents districts.

Depuis 1889, les « Rapports coloniaux » (Rapports annuels du Ministre des colonies aux États généraux) donnent, pour la période 1890-1894, une extraction aurifère de 502 kilogrammes, représentant une valeur de 675,000 florins, chiffre évidemment de beaucoup inférieur à la réalité, car la patente imposée aux mineurs indigènes ou chinois, patente ayant pour base la production, encourage ceux-ci à dissimuler le plus possible l'extraction; en réalité, aujourd'hui encore, on ne peut fixer, même approximativement, le rendement en or des Indes orientales néerlandaises; mais l'impression générale est que l'industrie y est en décadence, par suite, soit des guerres intestines, soit de la densité insuffisante de la population, soit enfin et surtout à cause de la paresse extraordinaire et du peu de besoins des indigènes de l'archipel.

Le Gouvernement estime à environ 1 million de florins la production annuelle totale, dont la majeure partie est fournie par Bornéo et Sumatra. L'or s'exporte vers Singapour par les nombreux services maritimes de la côte est de Sumatra.

Cette production annuelle de 1 million de florins est bien faible, vu la richesse des gisements. Mais il faut remarquer que les sociétés actuelles sont récentes : autrefois, en effet, pour des raisons religieuses, comme en Chine, l'extraction de l'or était interdite.

Puis, et surtout, la main-d'œuvre est rare : le Malais cache sa paresse naturelle sous une soi-disant fierté à ne pas travailler au service des autres, surtout des Européens. Les capitaux ont beaucoup moins manqué que la main-d'œuvre : au 1er janvier 1899 le capital des sociétés fondées en Hollande, en vue de la mise en valeur des terrains aurifères de l'Archipel, était de 15,380,000 florins pour les compagnies d'exploitation et 7,675,000 pour celles d'exploration, soit au total près de 50 millions de francs.

Aux Indes mêmes, le mouvement est moins marqué, à cause du peu de capitaux disponibles. Cependant, au 1er janvier 1899, l'ensemble des sociétés coloniales d'exploration formait un capital total de 7,080,000 florins, et les sociétés coloniales d'exploitation représentaient 9,327,000 florins, soit en tout 33 millions de florins, dont 6 millions seulement ont été versés, le reste (63 p. 100), consistant en actions d'apports. Cette somme de 6 millions de florins est d'ailleurs énorme, eu égard au petit nombre des Européens qui habitent la colonie et qui détiennent les valeurs minières.

LOIS SUR LES MINES DES INDES ORIENTALES NÉERLANDAISES (1898).

D'après le droit indien, la propriété du sol comportait la propriété du sous-sol. C'est pour cette raison que la loi agraire hollandaise de 1870 spécifie que le propriétaire n'a pas droit aux minéraux de son sol, et le premier article de la loi sur les mines de 1898 lui enlève le droit de disposer des minéraux énumérés dans la loi, soit qu'il ait droit sur le sol d'après la loi européenne, soit qu'il exerce ce droit d'après les lois indigènes.

Les permis de recherches ont une durée de trois ans, qu'on peut toujours prolonger d'un an. Quant aux concessions, elles ont une durée de soixante-quinze ans et une superficie maxima de 15,000 hectares.

La découverte d'un gîte donne droit à une concession pour son exploitation. On peut hypothéquer cette concession.

L'autorisation d'exploiter n'est accordée qu'après une enquête permettant au propriétaire du sol et à tous ceux à qui l'exploitation pourrait être préjudiciable, de signaler leurs objections.

Cependant, on ne peut s'opposer à l'exploitation si l'industriel a payé d'avance des dommages et intérêts ou donné des garanties importantes de payement, lorsque ces dommages ne peuvent être évalués au préalable.

Si, après trois ans de fouilles, on veut obtenir une concession nécessitant la disposition libre du sol, on peut demander l'application de la loi pour l'expropriation des terrains.

Le permis de recherches coûte, annuellement, 0 fl. 025 par hectare, la concession 0 fl. 25. En outre, le permis de recherches est soumis à un impôt de 2 p. 0/0 et la concession de 4 p. 0/0 du produit brut, calculé d'après la moyenne de la valeur commerciale des produits. Le gouverneur général peut réduire cet impôt à 1 p. 0/0 si le concessionnaire prouve qu'il a exploité à perte pendant l'année écoulée.

Les chefs des États indigènes à administration propre peuvent, après approbation du Gouvernement hollandais, accorder des concessions; en général, on leur impose l'application de la loi sur les mines, et pour toute l'étendue de leur territoire.

CHARBONNAGE D'OMBILIN, APPARTENANT À L'ÉTAT HOLLANDAIS.

Les exploitations d'Ombilin (mines situées dans la partie occidentale de Sumatra) sont reliées à la côte (au port Emma Haven), par un chemin de fer d'État, à voie étroite et à crémaillère, d'une longueur de 155 kilomètres (fig. 82).

Au port, il y a un entrepôt permanent de 5,000 tonnes.

Ces gisements, dont on a déjà retiré 500,000 tonnes, sont estimés renfermer plus de 7 millions de tonnes, d'après les évaluations les plus récentes.

L'exploitation a été commencée en 1891, époque à laquelle la Compagnie maritime *Paket-Faart* a reçu le monopole des transports du charbon à des prix fixés d'avance, pour les divers ports indiens, et notamment celui de Pocloeveh, dans une petite île au nord de Sumatra, où les bâtiments russes viennent s'approvisionner en houille.

Le charbon est vendu 9 florins à Emma Haven.

La mine d'Ombilin est exploitée par galeries débouchant au jour.

Voici l'analyse des charbons vendus à la marine hollandaise :

	p. 100.		p. 100.
Carbone fixe	77.62	Azote	1.11
Hydrogène	6.08	Soufre	0.63
Oxygène	12.80	Cendres	1.76

D'après le rapport sur l'exercice 1899, les couches deviendraient plus régulières à mesure qu'on s'avance vers le nord.

L'exploitation, en 1899, a été faite par 729,802 journées de mineurs (libres ou forçats), pour une production de 181,325 tonnes, soit un rendement, par homme et par jour, de 0 t. 248 contre 0 t. 280 en 1898.

Les causes de la diminution du rendement sont les suivantes :

1° augmentation du nombre des mineurs libres, qui sont moins stables et moins bons mineurs que les forçats ;

2° détournement d'une partie des forçats pour les expéditions militaires ;

3° augmentation du remblayage ;

4° augmentation de la longueur des galeries de roulage.

En 1899, le prix de revient sur le carreau de la mine a été de 2 fl. 50.

Les sommes engagées par l'État dans cette affaire lui ont fourni :

en 1897 un intérêt de	3.8 p. 100.
1896	3.3
1895	2.2

Ce qui est intéressant à noter, pour 1899, c'est le nombre croissant, surtout dans le dernier semestre, des navires étrangers venant à Emma Haven pour faire du charbon.

L'absence de stock n'a pas permis de satisfaire toutes leurs demandes.

Vu l'épuisement prochain des forêts aux environs des mines, le Gouvernement fait faire de nouvelles plantations au voisinage (décret du 30 septembre 1899).

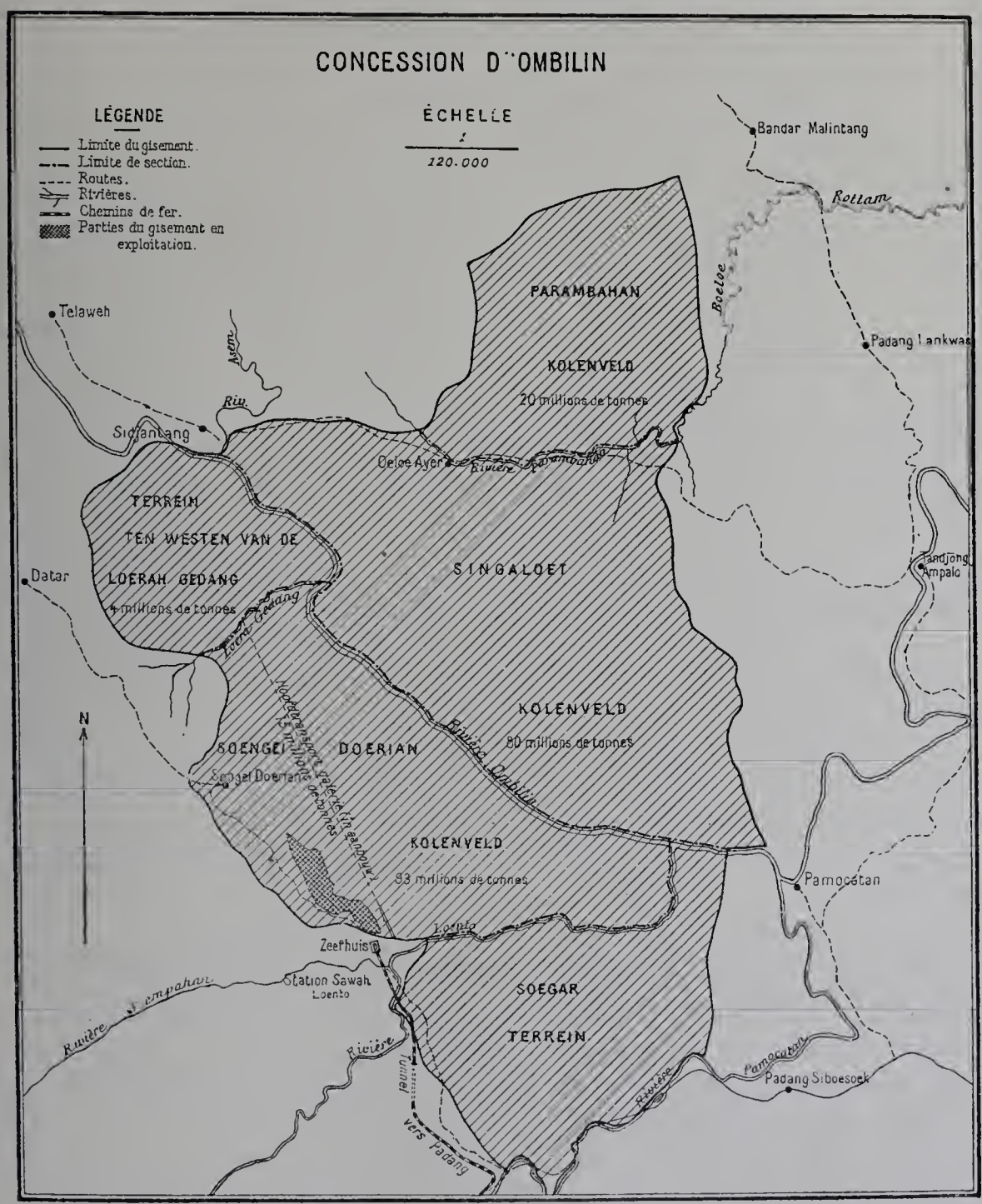


Fig. 82. — Concession d'Ombilin.

Voici le prix des charbons achetés par l'État pour l'année 1899 (décret du 4 mai 1899) :

1° chemin de fer et services maritimes des côtes occidentales de Sumatra (service de l'exploitation) : 5 florins sur wagon à Sawah Loento;

2° autres services de l'État : 16 fl. 90 à bord à Emma Haven.

IMPRIMERIE NATIONALE.

TABLEAU DE L'EXTRACTION ET DE LA MAIN-D'OEUVRE PAR MOIS ET PAR MINE EN 1899.

MOIS.	JOURNÉES DE TRAVAIL								PRODUCTION TOTALE EN TONNES.
	pour travaux DE PREMIER ÉTABLISSEMENT.			POUR L'EXTRACTION.			TOTAL DES JOURNÉES.		
	FORÇATS.	MINEURS.	ENSEMBLE.	FORÇATS.	MINEURS.	ENSEMBLE.	FORÇATS.	MINEURS.	
Janvier...	1,240	2,112	3,352	52,048	13,615	65,663	53,288	15,727	13,687t 990
Février...	1,268	2,607	3,875	42,853	10,373	53,226	44,121	12,980	11,686 050
Mars....	1,847	4,005	5,852	50,290	11,665	61,955	52,137	15,670	14,651 940
Avril....	1,756	3,129	4,885	46,431	11,123	57,554	48,187	14,252	14,141 700
Mai.....	1,657	2,441	4,098	52,481	12,674	65,155	54,138	15,115	18,273 120
Juin.....	1,935	2,419	4,354	49,860	12,012	61,872	51,795	14,431	18,194 680
Juillet...	1,775	2,573	4,348	47,770	11,828	59,598	49,545	14,401	16,360 730
Août.....	1,579	2,077	3,656	43,616	13,845	57,461	45,195	15,922	15,268 352
Septembre	1,529	1,966	3,495	39,841	15,574	55,415	41,370	17,540	14,536 920
Octobre..	2,105	1,846	3,951	50,960	13,845	64,805	53,065	15,691	15,306 080
Novembre.	3,031	2,012	5,043	50,932	13,641	64,573	53,963	15,653	15,778 999
Décembre.	2,318	2,153	4,471	49,259	13,266	62,525	51,577	15,419	13,447 499
TOTAUX.	22,040	29,340	51,380	576,341	153,461	729,802	598,381	182,801	181,334 060

Voici enfin trois graphiques indiquant les ventes et les déchouchés du charbon d'Ombilin (fig. 83).

Outre le gisement d'Ombilin, il y a aux Indes néerlandaises quelques autres exploitations, dont la plus importante produit 15,000 tonnes par an. Quant aux petites mines indigènes, elles sont complètement négligeables.

L'État hollandais s'est réservé aussi les gisements d'étain de Bangka et les meilleures mines d'or.

Puits artésiens. — Ils sont destinés à fournir de l'eau potable. C'est en 1860 que les ingénieurs des travaux publics firent les premiers travaux à Semarang (Java) et dans l'île d'Obrust, près de Batavia. Depuis cette époque tous les puits artésiens, à part ceux, en nombre très limité, dus aux officiers du génie, ont été creusés par le personnel du corps des mines, qui comprend 14 ingénieurs.

Depuis peu les machines à vapeur ont été remplacées par des moteurs à pétrole. Les chevalements, triangulaires et en tubes de fer, ont environ 9 mètres de hauteur. L'eau artésienne est en général dans des assises arénacées quaternaires, rarement miocènes, qui renferment parfois des lits de cailloux roulés d'autant plus gros et plus abondants qu'ils sont plus proches d'un volcan. Ces lits sont une cause grave de difficultés et de retards pour la descente des colonnes de tubages; ils se trouvent généralement à la profondeur de 50 mètres. Les puits « réussis », comme on les appelle aux Indes, c'est-à-dire ceux donnant de l'eau potable, sont en partie à Java, en partie sur

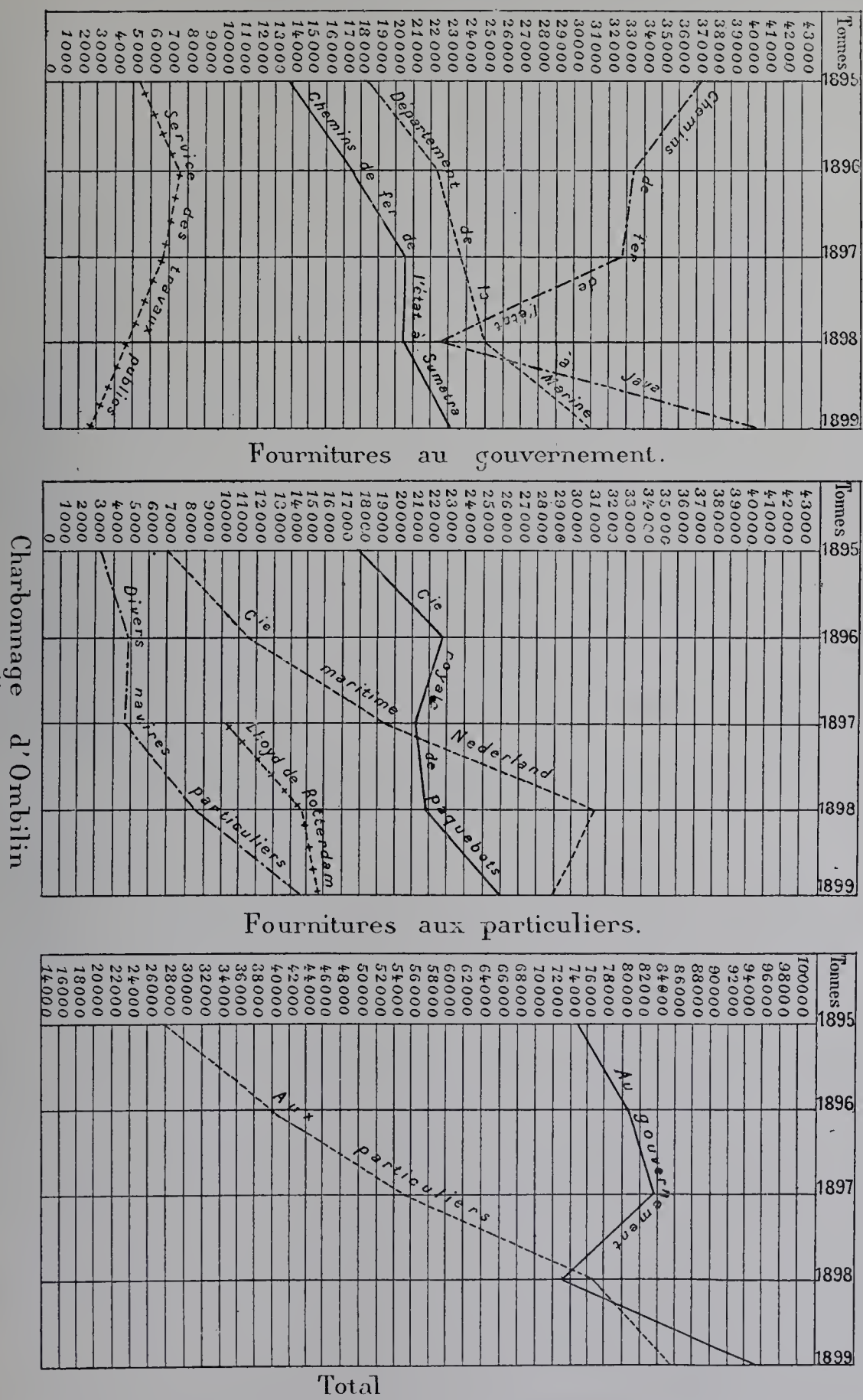


Fig. 83. — Graphiques indiquant les ventes et les débouchés du charbon d'Ombilin.

la côte orientale de Sumatra. Le débit maximum fourni par un seul puits a été de 5,300 litres d'eau par minute; ce puits est près de Batavia; l'eau en jaillit jusqu'à 16 mètres au-dessus de l'orifice. Au contraire, à Telok Betong, dans les Lampongs, l'eau reste à 190 mètres au-dessous de la surface du sol.

Le tableau ci-contre montre que, en général, les nappes d'eau potable sont situées entre 50 et 150 mètres de profondeur; elles sont rarement à 200 mètres et 15 p. 100 seulement des puits sont plus profonds que 200 mètres; 64 p. 100 de ces derniers ont donné de l'eau et 80 p. 100 de ceux entre 50 et 150 mètres de profondeur. De 1889 à 1898, le débit d'eau moyen a été de 1,292 litres par minute, pour une dépense moyenne de 231,000 francs, soit environ 0 fr. 18 le litre.

Pétrole. — Le développement de cette industrie dans les colonies néerlandaises est relativement récent. C'est de 1885 que datent les premières analyses du pétrole de Sumatra, et c'est en 1887 qu'on a commencé à creuser des puits à Java.

Une tentative avait été faite en 1866; mais elle ne réussit pas, et le pétrole, jusqu'en 1885, n'était recherché que par les indigènes, qui l'employaient brut.

Actuellement, la Hollande a engagé des capitaux considérables dans cette industrie (plus de 60 millions de florins, d'après M. L.-P. de Stoppelaar).

Le pétrole se trouve surtout dans les résidences de Soerabaya, de Rembang et de Semarang; l'île de Madoura en contient aussi quelques gisements.

A Sumatra, l'exploitation a lieu dans les plaines, le long de la côte orientale, au nord, dans la région de Langkat, et, au sud, dans la résidence de Palembang.

Bornéo a des gisements assez riches, surtout à Koutéï (district oriental).

Enfin, on a reconnu l'existence du pétrole dans l'île de Céram, et on espère le trouver encore dans d'autres îles de l'archipel.

Aujourd'hui, les recherches continuent sur une vaste échelle; beaucoup de sociétés se fondent, et cette industrie devient la première des colonies hollandaises.

Le pétrole ne se rencontre que dans les marnes molles miocènes, riches en foraminifères, et jamais dans les terrains éocènes.

La compagnie la plus importante de Sumatra est la Compagnie royale (capital : 5 millions de florins), fondée à la Haye en 1890. Ses concessions, situées près de la côte orientale, à Langkat et à Tamiang, couvrent actuellement 140,000 bouws[1]. De nombreuses sources jaillissantes y ont été trouvées successivement, dont quelques-unes produisent 4,800 tonneaux par jour. La profondeur des puits varie de 200 à 1,000 pieds anglais. La compagnie a deux grandes raffineries, pouvant livrer ensemble 10 millions de caisses de pétrole par an. Elle a de vastes établissements de *tanks* à Sanghaï, Hong-kong, Calcutta, Bangkok, Swatow, Madras, Bombay, Kurrachée, Amoy et Foochow. Elle a, de plus, fondé de petits dépôts de tanks le long des chemins de fer de l'Inde anglaise. Elle possède enfin une flotte importante.

[1] Le «bouw» est de 7,096 m. q. 50.

PUITS ARTÉSIENS FORÉS DEPUIS 1889 AUX INDES NÉERLANDAISES.

ANNÉES.	NOMBRE DE PUITS		P. 100 des PUITS RÉUSSIS.	DÉBIT EN LITRES PAR MINUTE.		PROFONDEURS EN MÈTRES.					NOMBRE DE PUITS D'UNE PROFONDEUR					FRAIS TOTAUX (salaires compris) EN FRANCS EN CHIFFRES RONDS.
	ACHEVÉS.	RÉUSSIS.		TOTAL mis à la disposition du public.	MOYENNE par puits réussi.	TOTALES.	MOYENNES par PUITS.	MOYENNES par PUITS réussi.	MOYENNES par PUITS non réussi.	MAXIMA.	de 0 à 50 mètres.	de 50 à 100 mètres.	de 100 à 150 mètres.	de 150 à 200 mètres.	au-dessus de 200 mètres.	
1889.....	9	6	67	679	113	977	108	113	100	200(1)	1	4	1	2	1	220,000
1890.....	7	6	86	791	132	929	133	147	49	401	1	3	2	//	1	190,000
1891.....	4	3	75	385	128	578	145	180	37	208	1	//	1	1	1	200,000
1892.....	7	5	71	587	117	1,170	167	180	136	350	//	2	1	2	2	250,000
1893.....	9	8	90	3,183	398	1,247	138	153	20	235	1	2	2	2	2	275,000
1894.....	12	11	92	1,069	97	1,090	91	93	72	156	1	7	3	1	//	200,000
1895.....	12	9	75	646	72	1,767	147	188	23	450	4	2	//	2	4	190,000
1896.....	13	12	92	751	63	2,104	162	167	100	350	1	1	5	2	4	230,000
1897.....	9	9	100	677	75	1,417	157	157	//	270	1	//	3	3	2	245,000
1898.....	22	20	91	4,152	208	2,633	120	94	377	402(1)	3	11	2	3	3	310,000
1889 à 1898....	104	89	//	12,920	//	13,912	//	//	//	//	14	32	20	18	20	2,310,000
Moyenne annuelle.	10 1/2	9	85	1,292	145	1,391	134	138	112	//	//	//	//	//	//	231,000
1871 à 1898....	239	190	//	31,504	//	29,572	//	//	//	//	36	75	58	34	36	//
Moyenne annuelle.	8 1/2	6 3/4	80	1,125	//	1,056	//	//	//	//	//	133		//	//	//

(1) Puits non réussi.

La production de la Compagnie royale néerlandaise a été en :

	caisses.		caisses.
1892 de.....	144,703	1896 de.....	1,851,512
1893.....	401,370	1897.....	4,616,414
1894.....	1,042,943	1898.....	6,555,000
1895.....	1,334,249	1899.....	1,805,000

Le débit des sources a sensiblement diminué pendant les derniers mois de 1899.

La compagnie a l'autorisation provisoire de faire des sondages de recherches à Tamiang, sur un terrain de 250,000 bouws environ.

Les autres compagnies de Sumatra sont :

1° La Société de pétrole *Mocara-Enim*, fondée en 1897, au capital nominal de 10 millions de florins (8 millions versés).

Les terrains de cette société sont dans la résidence de Palembang, où se trouvent de nombreuses sources jaillissantes, dont quelques-unes lancent le pétrole à plus de 15 mètres de hauteur. La profondeur des puits varie de 200 à 1,025 pieds anglais. La surface des concessions est de 31,200 bouws. La compagnie a, de plus, des permis de recherches sur quatre terrains dans le Lematang-Hir, subdivision de la résidence de Palembang, et à l'endroit connu sous le nom de Babat, où sa circonscription de recherches est de 57,804 bouws.

2° La Compagnie de pétrole *Sumatra-Palembang*, fondée à la Haye le 21 mai 1897, au capital nominal de 7 millions de florins, entièrement versés. L'exploitation a commencé en décembre 1898.

Les terrains de la société sont dans la résidence de Palembang, où ils occupent une superficie de 30,000 bouws. On y a constaté de nombreuses sources jaillissantes, malheureusement parfois intermittentes, et dont quelques-unes finissaient par donner du gaz au lieu de pétrole.

La compagnie installe une raffinerie qui pourra livrer 8 millions de caisses par an.

La production a été : en 1898, de 24 caisses et, en 1899, de 694 caisses.

Outre les compagnies que nous venons de citer, il y a encore, à Sumatra, de nombreux petits syndicats.

Bornéo compte actuellement trois sociétés. Les terrains les plus pétrolifères de l'île sont dans la résidence de Koutéï (au S.-E.). Ils sont connus sous les noms de *Louise* et *Mathilde*, ou encore : concessions *Sanga-Sanga* et *Balik-Papan*. Voici les trois sociétés :

1° la maison San Samuel et Cie, de Londres ;

2° la Compagnie d'exploration de Koutéï;

3° la Société de l'industrie du pétrole, de Dordrecht.

Le capital de la première se monte à 12 millions de florins. Ses établissements principaux sont à Mocara-Djawaa, sur la rivière Mahacam: huit puits actuellement y produisent du pétrole et la raffinerie est en construction près de Balik-Papan.

La Compagnie de Koutéï (capital : 3 millions de florins) a commencé des recherches dans l'île de Ming.

Au nord de Bornéo, la «Bombay Burma Trading C°» vient de découvrir des gisements et a une raffinerie en construction.

A Bronei et à Serawak, les recherches de pétrole ont été aussi couronnées de succès.

A Java, la principale société est celle dite de l'«Industrie du pétrole de Dordrecht» (capital : 15 millions de florins).

Les terrains concédés s'étendent dans les résidences de Soerabaya, Rembang, Pasoeroean, Samarang, Banjoemaas, Madura et Palembang. La compagnie a, de plus, des concessions à Sumatra (sur la côte orientale) et à Bornéo. La superficie totale de ces terrains dépasse 600,000 bouws.

Le plus grand nombre des puits de la société est situé dans le prolongement de la rangée de collines miocènes qui s'étendent jusqu'à la résidence de Rembang le long des Kemlagi et des Kaboek, dont les versants renferment beaucoup de sources naturelles de pétrole. La production de la Société de Dordrecht a été en :

	caisses.		caisses.
1894 de.....	452,728	1897 de.....	1,454,976
1895.....	779,239	1898.....	1,490,338
1896.....	1,206,105		

Il y a aussi à Java dix-sept autres sociétés moins importantes, mais dont l'ensemble représente un capital de 13,357,000 florins ; de plus, de nombreux syndicats se sont fondés aux Indes orientales pour la recherche du pétrole.

Les statistiques suivantes, empruntées au rapport consulaire, montrent l'importance de cette industrie dans les Indes néerlandaises.

IMPORTATION DU PÉTROLE DANS LES STRAITS.

PAYS.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.
	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.
Amérique.....	241,229	205,624	114,189	99,944	101,234
Russie.....	507,137	268,124	458,387	344,532	468,187
Sumatra.....	276,792	762,320	434,700	378,148	400,808
Autres pays.....	3,358	370	8,585	22,355	3,202
TOTAUX.....	1,028,516	1,236,438	1,015,861	844,979	973,431

IMPORTATION DU PÉTROLE À SINGAPOURE.

PAYS.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.
	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.
Amérique.....	2,121,500	1,747,740	892,010	795,440	642,340
Russie.....	2,549,650	1,598,370	3,027,220	2,233,770	2,908,900
Sumatra.....	1,706,450	5,084,490	2,626,240	2,367,780	2,685,490
TOTAUX.....	6,377,600	8,430,600	6,545,470	5,396,990	6,236,730

Prix moyens en 1897, par caisse (en dollars) :

Pétrole d'Amérique, 2 d. 60; pétrole de Langkat, 2 d. 225 ; pétrole de Russie, 1 d. 875.

Le pétrole de Sumatra a été exporté à Calcutta pour la première fois en 1896.

Le Japon est devenu un des importants débouchés du pétrole néerlandais, malgré l'exploitation, déjà en pleine activité, de la province japonaise d'Echigo, qui est considérée comme la province la plus riche de tout l'Empire en terrains pétrolifères; sa production totale, en 1897, a été évaluée à 700,000 gallons, soit 1/10 des quantités importées.

Dans l'île de Formose, île devenue japonaise depuis la guerre, l'importation du pétrole a été : en 1896, de 1,711,389 gallons, et, en 1897, de 3,490,493 gallons (dont 640,000 de Sumatra).

La Chine méridionale, dont le principal port d'importation pour le pétrole est Hong-Kong, a reçu dans ce port :

PAYS.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.
	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.	gallons.
Amérique	12,290,399	13,825,549	6,736,920	7,781,769	11,276,975
Russie	7,824,193	9,728,818	12,554,644	11,752,740	12,037,105
Indes néerlandaises	"	534,280	2,395,235	3,537,140	8,732,305
Totaux	20,114,592	24,088,647	21,686,799	23,071,649	32,046,385

La valeur du pétrole importé à Hong-Kong en 1897 dépassait 8 millions de florins. On voit, d'ailleurs, que l'importation totale s'est élevée, en quatre ans, de 20 à 32 millions de gallons. En Chine, en effet, le pétrole entre de plus en plus dans les ménages, même les plus pauvres.

L'importation du pétrole de Sumatra à Shang-Haï a été : en 1896, de 1,582,733 gallons, et, en 1897, de 5,570,423 gallons.

L'importation dans tout le Céleste Empire, de 1894 à 1897, a augmenté de près de 30 millions de gallons :

PAYS.	1894.	1897.
	gallons.	gallons.
Amérique	51,670,853	48,212,505
Russie	17,500,283	36,924,125
Sumatra	534,280	14,212,278
Totaux	69,705,416	99,348,908

Ces statistiques ont trait au commerce du pétrole d'éclairage; mais le pétrole brut et ses sous-produits provenant du raffinage ont aussi une valeur commerciale importante.

Le pétrole brut de Koutéï (Bornéo), commence à entrer en Asie comme combustible. A l'est de Suez on s'en sert déjà pour la navigation à vapeur et pour quelques industries.

Au début, les compagnies néerlandaises ont négligé la vente des produits accessoires (benzine, huile de graissage, etc.), à cause des frais de préparation; mais le débouché asiatique, maintenant presque illimité pour ces produits, va leur permettre de vendre ces dérivés, trop longtemps négligés.

Diamant. — Il existe des gisements diamantifères aux deux extrémités de la partie méridionale de l'île de Bornéo, notamment dans la chaude région de Martapoera, près de Bandjermasiu, capitale du district du sud-est, bâtie au milieu de marécages.

Martapoera, ville de 4,000 âmes, avait, il y a quelques années, un commerce diamantifère très actif et plusieurs tailleries.

En 1863, le Gouvernement hollandais se substitua aux rajahs indigènes et l'industrie diamantifère fut assez prospère jusqu'en 1875. Mais, à cette époque, il eut la malheureuse idée de porter de 1 à 3 florins par mois le prix des licences accordées aux indigènes pour travailler les alluvions diamantifères. En 1886, l'ancien tarif fut rétabli, mais l'industrie du diamant était morte, tuée par la concurrence des diamants du Cap, par le manque d'esprit d'association des Malais et par les difficultés croissantes de l'exploitation.

En 1900, toute la région de Martapoera produisit à peine un millier de carats.

En somme, la prospérité passagère de l'industrie du diamant à Bornéo est due presque uniquement à ce fait que, sous les rajahs, le travail des terres à diamant était un travail forcé.

Les principaux districts diamantifères qui alimentaient le commerce de Martapoera sont ceux des Riam Kanan et Kiwa (rapides de gauche et de droite) et du Bandjoe Irang; ce dernier est le plus important. Tous ont une formation géologique analogue.

Les dépôts diamantifères consistent en une couche de graviers située à une profondeur très variable, de quelques décimètres dans les parties hautes des vallées jusqu'à 25 mètres dans les parties basses et marécageuses. La puissance de la couche est également fort irrégulière, d'un mètre en moyenne dans les régions basses. Dans les parties hautes la couche s'étrangle et n'est pas continue. Partout la teneur en diamant est extrêmement inégale. Les graviers sont formés de galets de quartz, dont les dimensions varient depuis la grosseur d'une bille jusqu'à celle d'une tête d'homme. Les galets sont blancs en général, parfois rougis par l'oxyde de fer. Outre le quartz, la couche renferme quelques fragments roulés de roches porphyriques et de quartzites micacés, des blocs de calcaire coquillier et des silex en boules plus ou moins volumineuses ou en débris irréguliers. L'ensemble, qui ne contient aucune roche basique, est pénétré d'argile tantôt jaune et tantôt blanche; cette dernière, très épaisse et très collante, est en général plus abondante que l'argile jaune dans le haut des vallées.

La couche de graviers est recouverte, d'abord, en partant de la surface du sol, de

terres argilo-marneuses de couleur jaune rougeâtre, puis, au-dessous, d'argiles compactes grises ou blanches, striées de rouge. Ces argiles deviennent peu à peu sableuses et passent à des sables gris souvent très mobiles et très aquifères. Ces sables recouvrent des graviers, d'abord très fins, puis de plus en plus gros, à mesure que l'on s'enfonce. La limite supérieure de la couche diamantifère est ainsi généralement peu nette.

Quant à la roche de fond, sur laquelle repose toute la formation alluvionnaire, elle est constituée, soit par une argile rouge compacte, soit par des schistes argileux gris bleuâtre et très consistants. Cette roche de fond est de l'époque éocène et c'est elle qui constitue les collines environnantes. Dans les schistes sont parfois intercalées des couches de grès et de combustibles bitumineux, dont plusieurs ont été l'objet de diverses tentatives d'exploitation.

La couche alluvionnaire qui recouvre la formation éocène appartient à l'époque quaternaire.

Les diamants de Martapoera ont été peu roulés et leurs formes cristallines sont presque toujours nettes. Ils sont généralement teintés, parfois noirs. Leur pureté, leur dureté et leur éclat sont renommés. Le plus gros cristal trouvé pesait 77 carats.

Les minéraux qui accompagnent les diamants de Martapoera sont : l'or en pépites, le platine en minces lentilles, le rutile en fragments et le corindon en morceaux roulés, généralement de couleur bleue et de dimensions variant depuis celle d'une lentille jusqu'à celle du poing. Le rutile est caractéristique de la présence du diamant, comme dans les gisements diamantifères et aurifères de Minas Geraes (Brésil). Le sable noir, très abondant, qui constitue le dernier résidu du lavage des graviers de Martapoera, contient de la magnétite et du fer titané ou chromé.

L'exploitation indigène, toujours irrégulière et primitive, consistait dans le creusement de puits de section carrée, de 1 m. 65 à 1 m. 75 de côté, et d'une profondeur variable, se comptant par *tangga* (1 m. 60). Le tangga est un plancher occupant la moitié de la section du puits. C'est sur ces planchers que se tiennent les indigènes occupés soit à l'extraction des terres (par corbeilles), soit à l'épuisement des eaux (par seaux en bois). Dès que le débit dépasse 150 litres d'eau par minute, le puits est abandonné.

Le travail d'arrachage des terres ou graviers est pénible, car le seul outil employé par les indigènes est une tige en fer, à manche en bois, longue de 0 m. 60 et dont ils se servent à la façon d'un levier.

Les tanggas sont appuyés sur les cadres du puits: ceux-ci, formés de rondins écorcés, sont suspendus les uns aux autres au moyen de rotins attachés à des pièces de bois placées à l'orifice du puits et reposant sur le sol. Les parois du puits sont maintenues par un système de 30 à 32 perches rondes et lisses de la grosseur du poignet et pointues dans le bas; on les enfonce dans les parois. On introduit de l'herbe qu'on serre derrière ces perches, et c'est elle qui maintient les terres.

Arrivés à la couche diamantifère, les Malais la travaillent par des sous-caves pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres et allant souvent rejoindre celles des puits voisins.

Les terres diamantifères extraites sont soumises à un débourbage énergique dans une

auge formée d'un tronc d'arbre creusé sur 2 mètres de longueur. Deux hommes, assis chacun à une extrémité de l'auge, brassent la terre en la refoulant alternativement devant eux avec les pieds, tandis qu'un aide verse continuellement de l'eau.

L'argile enlevée, un deuxième brassage est fait dans une auge analogue, mais avec les mains. Puis on tamise dans une corbeille en rotins qui retient les pierres.

Les sables sont livrés aux laveurs; ceux-ci, assis dans l'eau, emploient une battée conique à laquelle ils impriment un mouvement de rotation autour de l'axe. A chaque mouvement, une lame d'eau entre dans l'appareil. Entre diverses lavées, l'indigène applique avec la main le sable sur la paroi et examine s'il ne s'y trouve pas de diamant, ce qu'il fait avec une habileté et un coup d'œil surprenants [1].

PERSE.

La Perse, au point de vue minier, n'avait exposé que des turquoises, et surtout des turquoises travaillées. L'exposition se trouvait au rez-de-chaussée du pavillon du Schah, à l'Allée des Nations. Nous regrettons vivement de n'avoir pu obtenir du Commissariat persan quelques renseignements, même succincts, sur la nature et l'exploitation des gisements de turquoises. On sait seulement que leur extraction par les indigènes se fait avec un véritable gaspillage du gîte.

Depuis 1889, M. Jacques de Morgan a effectué dans ce pays plusieurs voyages d'exploration, d'abord comme chargé de mission scientifique par le Ministère de l'Instruction Publique, puis en qualité de Directeur du Service des Antiquités.

Dans ces différents voyages, il a relevé des coupes nombreuses de terrains et recueilli un nombre considérable de fossiles, qu'il a déposés à l'École Supérieure des Mines.

Les envois de fossiles de M. de Morgan continuant toujours, M. Douvillé, qui s'occupe actuellement de les étudier, n'a pu encore en tirer des conclusions complètes; mais il a déjà cependant indiqué sommairement les principaux résultats des explorations effectuées par le savant archéologue, et il a bien voulu nous communiquer ses notes. Elles sont relatives à trois régions distinctes :

1° la chaîne de l'El Bourz;

2° la route de Kachan à Ispahan;

3° le pays des Baktyaris et le Louristan, entre Ispahan et la frontière turque.

I. CHAÎNE DE L'EL BOURZ.

M. de Morgan a relevé la coupe de la région du Démavend, qui a été plusieurs fois explorée. Ses observations sont entièrement d'accord avec les travaux de la carte

[1] Ces renseignements sont tirés d'une étude très complète parue en 1893 et due à l'ingénieur des mines hollandais Hooze, qui résida plusieurs années à Bornéo.

toute récente de Stahl[1]. Il a recueilli, depuis, de nouveaux fossiles, qui ont permis de préciser et de compléter les coupes données précédemment par lui.

Les couches inférieures sont toujours représentées par le calcaire carbonifère à lumachelles et à *spirifer striatus*.

M. de Morgan a découvert une faune beaucoup plus riche près des bords de la Caspienne, dans les environs de Turekaboun (*Productus, Spirifer, Chonetes, Orthotetes*, etc.). Au-dessus de ces couches, plus ou moins plissées ou redressées, vient affleurer le terrain jurassique, qui débute par un ensemble assez puissant de grès et de schistes charbonneux d'âge liasique, avec intercalation de calcaires marins plus ou moins gréseux. Ces couches ont fourni, outre de nombreuses petites ammonites, un exemplaire bien typique de *ludwigia murchisonæ*, indiquant que ces couches s'élèvent jusqu'à la base du bajocien. Ce niveau paraît être peu différent de celui dans lequel Stahl cite l'*ammonites opalinus*. Ce même facies des couches liasiques se prolonge à l'ouest, dans les environs du lac d'Ourmiah, et se retrouve dans la région caucasique.

On peut en rapprocher les couches charbonneuses de Madagascar, de l'est indien et du Tonkin. Ces dépôts de grès et de schistes charbonneux, dont l'âge s'étend depuis le trias supérieur jusqu'au lias supérieur, ont une importance considérable dans toute la région asiatique et s'avancent : au nord jusqu'au Japon, au sud jusque dans l'Afrique australe, où la série paraît très complète.

Dans la chaîne de l'El Bourz, le callovien semble indiqué par certaines ammonites rapportées par M. de Morgan, et qu'il aurait trouvées également au bord du lac d'Ourmiah, avec, notamment, l'*oppelia canaliculata*, indiquant la présence de l'oxfordien supérieur à facies européen. L'échantillon provient d'un calcaire compact grisâtre, recueilli malheureusement dans des éboulis près d'Amarat.

La partie supérieure de la formation jurassique est représentée par des calcaires blancs à *périsphinctes*, dont un fragment a été rapporté. Immédiatement au-dessus, sans séparation nette, se rencontrent d'autres calcaires compacts, jaunâtres ou d'un brun noirâtre, à rudistes et orbitolines, pour ainsi dire fondus dans la pâte de la roche, mais apparaissant nettement sur les surfaces polies ou en plaques minces. Les orbitolines avaient été signalées précédemment dans le centre de la Perse, près de Jesd, par Grewingk, et, par Stahl, au sud-est de Téhéran.

Enfin, d'après les coupes relevées par M. de Morgan, dans la région de l'El Bourz l'albien supérieur succède directement au jurassique; mais plus au sud l'aptien est, au contraire, nettement représenté.

II. ROUTE DE KACHAN À ISPAHAN.

Les récoltes de M. de Morgan complètent singulièrement les données de Stahl : les calcaires de la base ont fourni un certain nombre de fossiles permiens indiquant un

[1] Stahl, *Zur Geologie von Persien, Petermann's Mittheil. Ergänzungsheft.* n° 122. Ce dernier ouvrage, accompagné de plusieurs cartes géologiques à l'échelle de 1/840000, a paru après les explorations de M. de Morgan (1897).

facies analogue à celui de l'Inde. liaison très importante entre les gisements de Saltrange et de Djoulfa.

Au-dessus, près de Soh, l'aptien est indiqué par l'*acanthoceras martini*.

L'éocène moyen a fourni une faune très riche et caractéristique.

III. PAYS DES BAKTYARIS ET LOURISTAN, ENTRE ISPAHAN ET LA FRONTIÈRE TURQUE.

C'est la partie la plus intéressante et la plus nouvelle des explorations de M. de Morgan; on ne savait rien, en effet, de cette région depuis l'exploration Loftus, de 1854. M. de Morgan a dressé une carte topographique au 1/750000, et une carte géologique du pays des Baktyaris.

Des échantillons assez nombreux, apportés par lui, ont permis à M. Douvillé de reconnaître que leur analogie avec les alvéolines de l'éocène, indiquée par Carpenter et Brady, était purement extérieure et que ces fossiles étaient, au contraire, d'âge crétacé.

Quant au genre *loftusia*, M. Douvillé pense que son niveau est très probablement santonien.

Le Louristan a été exploré, entre Difsul et Kirmandschahan, d'une manière très suivie et à plusieurs reprises par M. de Morgan, qui a remarqué ainsi que toute la chaîne du Poucht é Kouh est constituée par une succession de synclinaux et d'anticlinaux parallèles et dirigés du nord-ouest au sud-est.

Les couches les plus anciennes, qui apparaissent dans les anticlinaux, correspondent à l'aptien; au-dessus vient le vraconien, puis le cénomanien, très riche en ammonites; l'ensemble de ces niveaux reproduit la faune de l'Inde.

La craie supérieure présente une faune d'une richesse extraordinaire; c'est le niveau à *hémipneustes*, dont les échinidés ont été décrits par MM. Cotteau et Gauthier. Cette faune, d'un caractère assez particulier, a des affinités remarquables avec la faune du même âge d'Algérie, mais s'en distingue par l'absence complète de *micraster*.

Les couches à oursins sont surmontées par d'autres assises également très fossilifères, présentant déjà un facies tertiaire; c'est en réalité le danien, avec peut-être une partie du maëstrichtien; c'est de ce niveau que provient l'*ornithoster Douvillei*, essentiellement danien, et décrit par MM. Cotteau et Gauthier. Il faut signaler, enfin, une deuxième espèce de *loftusia*, plus petite et plus mince que celle du niveau inférieur.

La dernière exploration de M. de Morgan lui a permis de récolter à Mollah Gawan, sur le flanc du Sewan-Kouh, un certain nombre d'échinidés appartenant à l'éocène.

En résumé, les explorations de M. de Morgan ont accru les connaissances géologiques actuelles sur la Perse d'une manière notable; à signaler surtout :

1° Découverte du calcaire carbonifère fossilifère à Turekabour;

2° Découverte de l'oxfordien supérieur, du jurassique supérieur et de l'albien supérieur dans la région du Démavend;

3° Découverte du permien marin et de l'aptien[1] entre Kachan et Ispahan;

4° Dans le pays des Bactyaris, découverte d'une faune à rudistes associés aux loftusia, considérée jusqu'alors comme appartenant à l'éocène;

5° Découverte, dans les montagnes du Louristan, de deux niveaux de la craie supérieure d'une richesse extraordinaire, l'un en oursins, l'autre en cérites, dont il a été recueilli plus d'un millier d'échantillons, au milieu de difficultés de toutes sortes, résultant de l'absence complète de voies de communication et surtout de l'hostilité des habitants.

Cette hostilité est d'autant plus regrettable que la Perse est riche en produits naturels de tous genres, dont quelques-uns pourraient trouver une importante consommation sur place.

Ainsi, la houille est abondante; mais les Persans l'extraient par les procédés les plus primitifs : ils creusent un puits; généralement l'eau les arrête vers la profondeur de 8 à 10 mètres; ils abandonnent alors le puits noyé, en creusent un autre, et ainsi de suite. Ils extraient donc des charbons de surface extrêmement sulfureux et se désagrégeant au contact de l'air. Les gisements houillers sont ainsi criblés de puits abandonnés.

Très près de la mer Caspienne, une houillère exploitée autrefois par les Mongols, au temps où ils régnaient sur la Perse, pourrait être reprise dès maintenant.

On a cité comme minerais persans principaux, et non encore exploités, ceux de fer, de cuivre, de plomb argentifère et d'étain. Ces mines sont dédaignées par les indigènes, qui n'y apportent aucune attention; mais rien encore n'est à faire pour une société européenne, à cause de l'absence de voies ferrées.

PORTUGAL.

A part les blocs de marbre, très beaux d'ailleurs, disposés autour du pavillon royal de l'Allée des Nations, toute l'exposition minière portugaise était réunie au premier étage du Palais des Mines et de la Métallurgie au Champ de Mars, à côté de l'exposition espagnole.

L'exposition officielle comprenait 806 échantillons de minerais divers, recueillis dans 47 mines portugaises et provenant en partie des collections du Bureau des Mines et de l'Institut Industriel de Lisbonne.

Le Service des Mines exposait la carte minière et minéralogique du royaume à l'échelle de 1/500000 (fig. 84), ainsi qu'une carte spéciale des eaux minérales, dressée par les soins de ce service.

La Direction du Service géologique exposait, également à l'échelle de 1/500,000, une belle carte géologique du Portugal (fig. 85) et, dans une vitrine, outre la reproduction de la curieuse table de bronze trouvée à Aljustrel (sur laquelle est gravé le règlement

[1] Et d'une faune importante qu'on peut attribuer au lutécien.

sur les mines portugaises à l'époque romaine), toute une collection d'ouvrages relatifs à la géologie, à la minéralogie et à la paléontologie du royaume.

Nous avons relevé dans cette imposante collection, en respectant son classement, les principaux ouvrages suivants :

PUBLICATIONS DEPUIS 1889.

I. GÉOLOGIE APPLIQUÉE.

Choffat (Paul). — 1° *Étude géologique du tunnel du Rocio* (Lisbonne, 1889);

2° *Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal* (Paris, 1893);

3° *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal* (Lisbonne, 1893);

4° *Les eaux d'alimentation de Lisbonne* (Lisbonne, 1898);

5° *Les eaux souterraines et les sources* (Lisbonne, 1899).

II. FLORE FOSSILE.

Saporta (Marquis de). — *Nouvelles contributions à la flore mésozoïque* (Lisbonne, 1894), avec une notice stratigraphique de Paul Choffat.

III. VERTÉBRÉS FOSSILES.

Sauvage (H.-E.). — 1° *Faune silurienne du Portugal* (Lisbonne, 1892);

2° *Les Crocodiliens et les Dinosauriens des terrains mésozoïques du Portugal* (Paris, 1896);

3° *Contributions à l'étude des Poissons et des Reptiles du jurassique et du crétacique* (Lisbonne, 1898).

IV. PALÉOZOÏQUE.

Nery Delgado (J.-F.). — 1° *Contributions à l'étude des terrains anciens du Portugal* (Lisbonne, 1892);

2° *Sur l'existence de la faune primordiale dans l'Alto Alemtejo* (Lisbonne, 1895).

V. JURASSIQUE.

Loriol (P. de). — *Échinodermes* (Lisbonne, 1890-1891).

Choffat (Paul). — 1° *Description de la faune jurassique du Portugal* (Lisbonne, 1893);

2° *Notice stratigraphique sur les gisements de végétaux fossiles dans le mésozoïque du Portugal* (Lisbonne, 1894);

3° *Sur les dolomies des terrains mésozoïques du Portugal* (Lisbonne, 1896);

4° *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal* (Zürich, 1896).

Pompeckj (J.-F.). — *Note sur quelques Ammonites du sinémurien du Portugal* (Lisbonne, 1898).

VI. CRÉTACIQUE.

Choffat (Paul). — 1° *Note sur le crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cerca* (Lisbonne, 1892);

2° *Sur le crétacique de la région du Mondégo* (Paris, 1897);

3° *Facies ammonitique et facies récifal de turonien portugais* (Paris, 1897);

4° *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal* (Lisbonne, 1898).

VII. TERTIAIRE.

Berkeley Cotter (J.-C.). — *Notes sur quelques fossiles tertiaires de l'archipel des Açores et de Madère* (Lisbonne, 1892).

Choffat (Paul). — *Note sur les tufs de Condeixa et la découverte de l'hippopotame en Portugal* (Lisbonne, 1895).

Nery Delgado (J.-F.). — *Note sur l'existence d'anciens glaciers dans la vallée du Moudégo* (Lisbonne, 1895).

Loriol (P. de). — *Description des Échinodermes tertiaires du Portugal* (Lisbonne, 1896), avec un tableau stratigraphique de Berkeley Cotter.

VIII. PRÉHISTORIQUE.

Choffat (Paul). — *Sur une station préhistorique à Obidos et sur la dispersion de l'*Ostrea edulis *préhistorique* (Lisbonne, 1890).

PUBLICATIONS DIVERSES.

Choffat (Paul). — 1° *Esquisse de la marche de l'étude géologique du Portugal* (Porto, 1892);
2° *Promenade au Gerez. Souvenirs d'un géologue* (Lisbonne, 1894);
3° *Notes sur l'érosion en Portugal* (Lisbonne, 1895);
4° *Aperçu de la géologie du Portugal* (Lisbonne, 1900).

Bleicher (M.-G.). — *Contribution à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal* (Lisbonne, 1898).

Gomes (Jacintho-Pedro). — *Minerais descobertos em Portugal* (Lisboa, 1898).

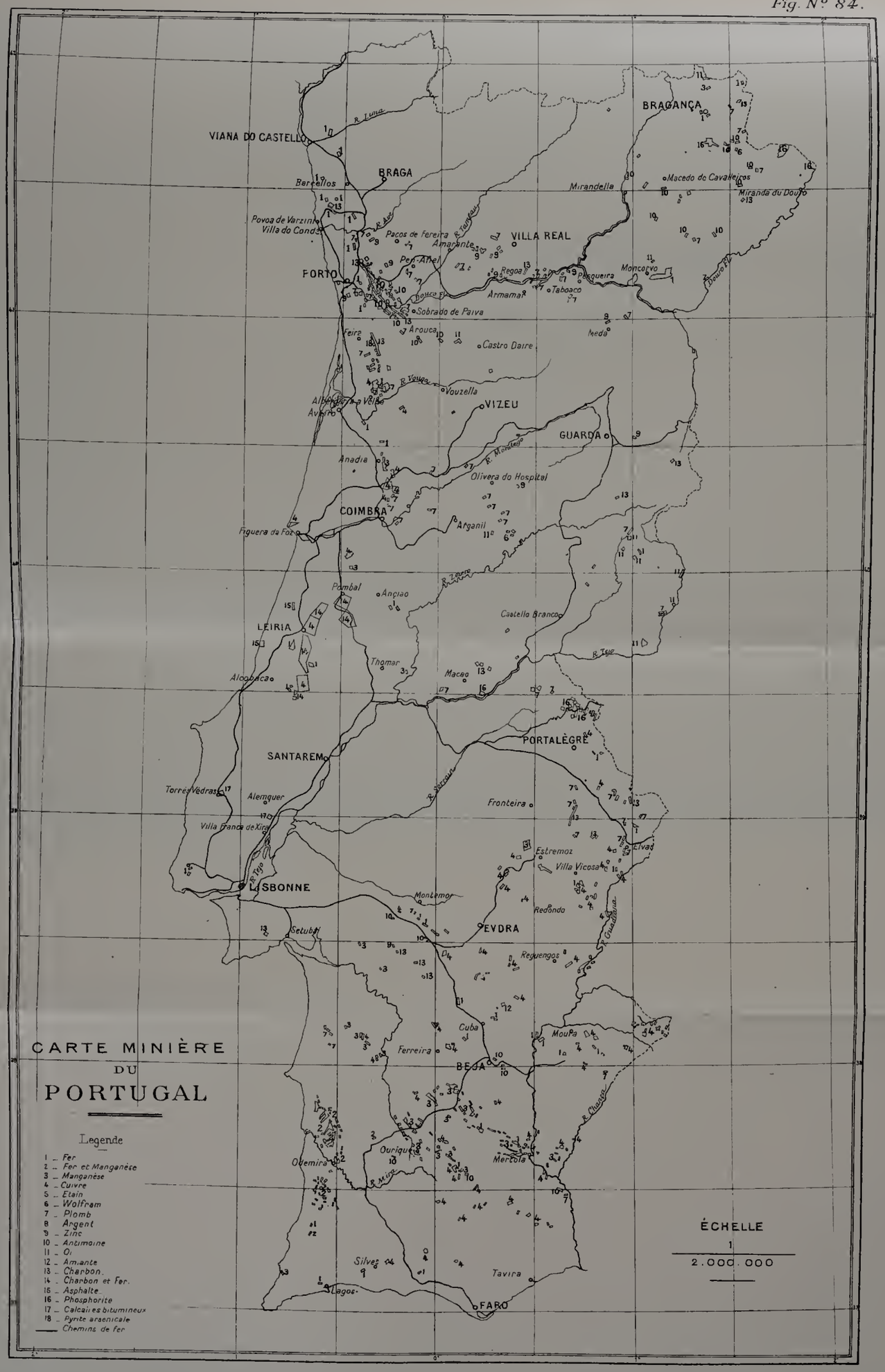
PÉRIODIQUES.

En outre étaient exposés les articles sur la géologie ou l'industrie minière du Portugal parus depuis 1889 dans les périodiques suivants :

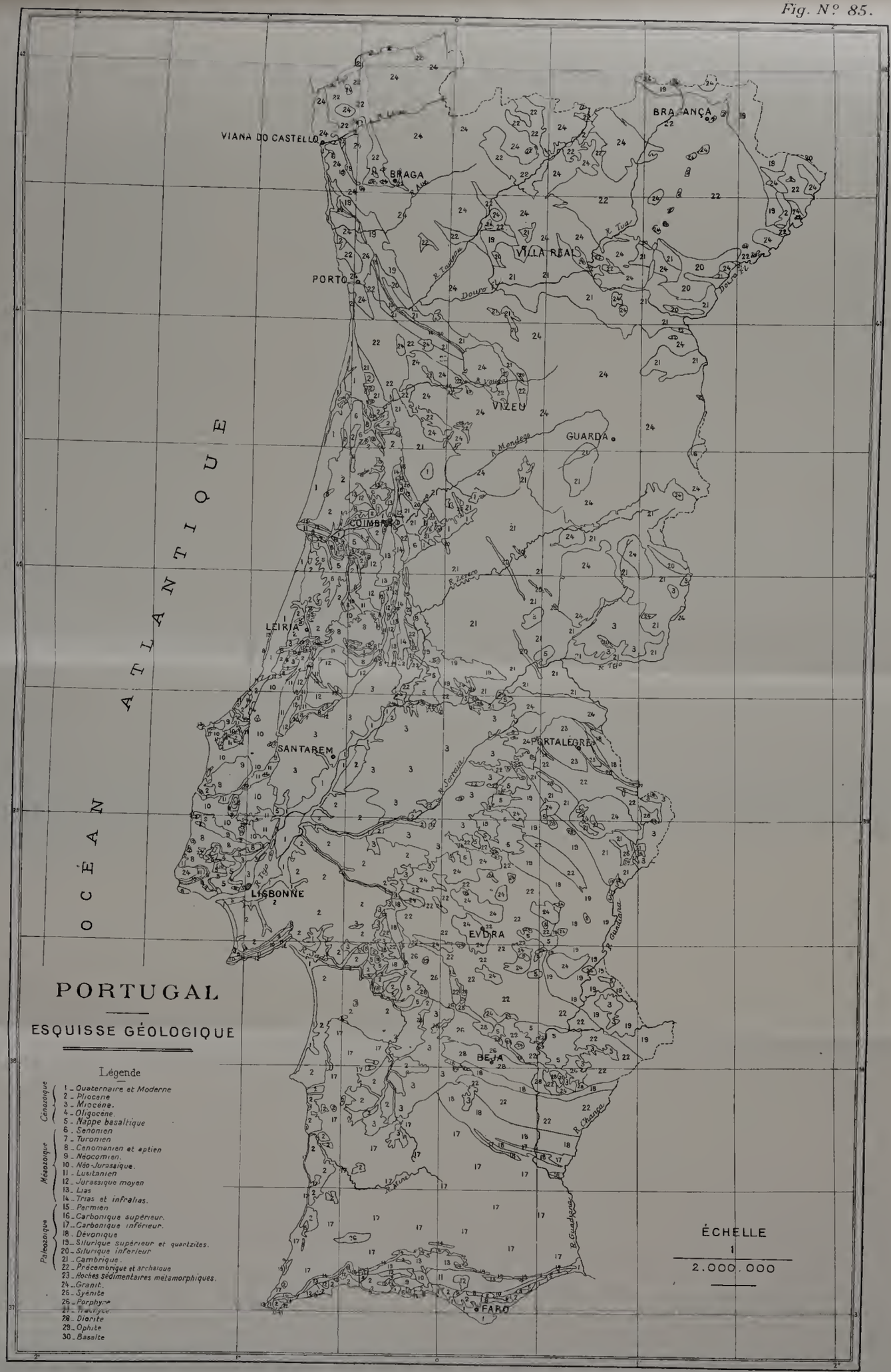
1° *Bulletin de la Société géologique de France;*
2° *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie;*
3° *Communicações da Direção dos trabalhos geologicos;*
4° *Boletim da Sociedad de Geographia de Lisboa;*
5° *Revista de obras publicas e minas;*
6° *A agricultura contemporanea;*
7° *Boletim da Real Associação central da agricultura portuguesa;*
8° *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* (Paris);
9° *Revista de Portugal.*

Enfin, une notice publiée à l'occasion de l'Exposition de 1900 contenait une étude, succincte mais complète, du Portugal actuel. Voici un résumé de la partie géologique et minière de cette étude et des renseignements officiels aimablement fournis par M. Severiano Monteiro, ingénieur des mines, attaché à Lisbonne au Ministère des travaux publics, section des mines.

Fig. N° 84.


CARTE MINIÈRE
DU
PORTUGAL
Legende
1 _ Fer
2 _ Fer et Manganèse
3 _ Manganèse
4 _ Cuivre
5 _ Etain
6 _ Wolfram
7 _ Plomb
8 Argent
9 _ Zinc
10 _ Antimoine
11 _ Or
12 _ Amiante
13 _ Charbon.
14 _ Charbon et Fer.
15 _ Asphalte.
16 _ Phosphorite
17 _ Calcaires bitumineux
18 _ Pyrite arsenicale
Chemins de fer
ÉCHELLE
1
2.000.000
VIANA DO CASTELLO
BRAGA
BRAGANÇA
VILLA REAL
PORTO
VIZEU
GUARDA
COIMBRA
LEIRIA
SANTAREM
PORTALÈGRE
LISBONNE
EVDRA
BEJA
FARO
Bercellos
Povoa de Varzim
Villa do Conde
Pacos de Ferreira
Amarante
Mirandella
Macedo do Cavaleiros
Miranda do Douro
Peso-Ahel
Regoa
Peguera
Moncorvo
Armamar
Taboaco
Sobrado de Paiva
Arouca
Feira
Castro Daire
Meda
Vouzella
Aveiro
Anadia
Olivera do Hospital
Arganil
Figuera da Foz
Pombal
Ançiao
Castello Branco
Thomar
Macao
Alcobaça
Fronteira
Estremoz
Villa Vicosa
Elvas
Torres Vedras
Alemquer
Villa Franca de Xira
Montemor
Redondo
Setubal
Reguengos
Cuba
Mouta
Ferreira
Ourique
Mertola
Ovemira
Silves
Tavira
Lagos
R. Lima
R. Douro
R. Vouga
R. Mondego
R. Zezere
R. Tejo
R. Sorraia
R. Guadiana
R. Chanca

C. F. E.


PORTUGAL
ESQUISSE GÉOLOGIQUE
Légende
Cénozoïque
1 _ Quaternaire et Moderne
2 _ Pliocène
3 _ Miocène.
4 _ Oligocène.
5 _ Nappe basaltique
Mésozoïque
6 _ Sénonien
7 _ Turonien
8 _ Cénomanien et aptien
9 _ Néocomien.
10 _ Néo-Jurassique.
11 _ Lusitanien
12 _ Jurassique moyen
13 _ Lias
14 _ Trias et infralias.
Paléozoïque
15 _ Permien
16 _ Carbonique supérieur.
17 _ Carbonique inférieur.
18 _ Dévonique
19 _ Silurique supérieur et quartzites.
20 _ Silurique inférieur
21 _ Cambrique.
22 _ Précambrique et archaïque
23 _ Roches sédimentaires métamorphiques.
24 _ Granit.
25 _ Syénite
26 _ Porphyre
27 _ Trachyte
28 _ Diorite
29 _ Ophite
30 _ Basalte
OCÉAN ATLANTIQUE
VIANA DO CASTELLO
BRAGA
BRAGANÇA
VILLA REAL
PORTO
VIZEU
GUARDA
COIMBRE
LEIRIA
SANTAREM
PORTALEGRE
LISBONNE
EVORA
BEJA
FARO
R. Douro
R. Tua
R. Tamega
R. Mondego
R. Zêzere
R. Tejo
R. Sorraia
R. Guadiana
R. Chanca
R. Guadiana
ÉCHELLE
1
2.000.000

C. F. E

GÉOLOGIE DU PORTUGAL.

Les traits fondamentaux de la géotectonique du Portugal sont en grande partie déterminés par le grand massif de terrains anciens appelé «Meseta».

Ce massif a la forme d'un triangle ayant sa base du côté de l'Atlantique et son sommet vers le cap espagnol de la Nao. La frontière portugaise en sépare du sud au nord une bande occidentale, limitée au nord par la Galice.

Les autres traits principaux de la géologie du pays sont :

1° une bordure de terrains secondaires et tertiaires, commençant à Aveiro et s'étendant, avec quelques interruptions, jusqu'en Algarve;

2° une grande surface de terrains tertiaires, comprenant les régions inférieures des bassins du Tage et du Sado, et formée en grande partie par la dépression du Sorraia.

Les roches anciennes couvrent les 7/10 de la superficie du royaume, le mésozoïque 1/10 et le tertiaire 2/10.

Systèmes de montagnes. — Les montagnes du Portugal forment naturellement l'extrémité des chaînes venant de la péninsule ibérique; leur caractère le plus saillant est de pouvoir être ramenées à deux directions se coupant à angle droit, savoir : O. N. O.-E. S. E. et E. N. E.-O. S. O.

Quant à la Meseta, elle paraît avoir subi à l'occident un exhaussement, dû sans doute à la résistance qu'offrait le continent actuellement représenté par les îles Berlenga; et c'est probablement à ce mouvement qu'il faut attribuer, d'après M. Paul Choffat, le fait que les chaînes espagnoles se disloquent à la frontière du Portugal.

Sauf quelques sommets étroits, appartenant aux montagnes calcaires de l'Estremadure, c'est dans le massif ancien seulement que l'on trouve des altitudes supérieures à 500 mètres. La cote 1.000 n'apparaît au sud qu'à Marvão, mais elle prend une grande extension au nord du Tage, dans la Beira (chaîne lusitano-castillane), et dans les provinces Tras-os-Montes et Minho.

I. MASSIF ANCIEN.

La Meseta occupe les trois quarts de la surface du Portugal. Sa limite occidentale est formée par l'Océan jusque vers Ovar; de là, jusqu'à Thomar, la ligne de contact entre les roches mésozoïques et paléozoïques est très visible, mais les terrains tertiaires la masquent au sud de cette ville.

Le contact réapparaît à S. Thiago-de-Cacem et à Carrapateira, tandis que, dans l'intervalle, les schistes s'avancent jusqu'à l'Océan.

La limite méridionale est bien découverte depuis le cap Saint-Vincent jusqu'à la Guadiana.

Le massif ancien présente deux roches principales : les schistes et les granits. Les

IMPRIMERIE NATIONALE.

premières sont à peu près uniformément distribuées depuis l'Algarve jusqu'au Minho; les autres ont leur plus grande masse au nord du Tage.

a. **Schistes paléozoïques.** — Les roches paléozoïques non seulement couvrent la plus grande partie de la surface du Portugal, mais leurs couches sont encore celles présentant la plus grande puissance de strates.

Les schistes, pris dans leur ensemble, sont redressés jusqu'à la verticale et plissés latéralement. En général, le sommet des plis manque, enlevé par l'érosion.

Avec les schistes précambriens, se trouvent parfois des quartzites et des calcaires cristallins, de couleurs très variées, employés comme pierre à chaux et comme marbre.

Le cambrien est représenté par des schistes alternant avec des bancs de grès compacts (grauwackes), et, dans la partie supérieure du système, par des calcaires où apparaissent les premiers êtres organisés.

Le silurien inférieur contient de puissantes assises de quartzites, formant des crêtes se dressant au-dessus des schistes et atteignant jusqu'à 300 et même 400 mètres de hauteur. Ces crêtes montrent la direction des dislocations du sol. C'est dans cet étage que se trouvent les belles ardoises exploitées à Vallongo et les marbres de Vimioso.

Le silurien supérieur, le dévonien et le carbonifère inférieur sont principalement composés de schistes plus ou moins argileux, à fossiles extrêmement rares, sauf cependant dans le silurien inférieur.

Le carbonifère supérieur, comme la base du permien, est surtout formé de conglomérats, avec argile et grès subordonnés; il n'existe d'ailleurs en Portugal que par petits lambeaux, dont l'un est contigu au silurien inférieur et passe à San-Pedro-da-Cova, où il renferme de l'anthracite de bonne qualité.

Le cambrien constitue la majeure partie de la serra d'Estrella.

Le carbonifère inférieur dessine un immense trapèze, dont les sommets sont : le cap Saint-Vincent, Castro-Marim, Mertola et Grandola.

b. **Roches granitoïdes.** — Elles sont représentées surtout par le granit.

Cependant, on rencontre, au sud du Tage, des affleurements assez étendus de porphyre, de diorite et de gabbro. Au nord du Tage, ces roches se trouvent plutôt à l'état de filons, ainsi que les diabases et les andésites.

Au sud du Tage, le granit ne forme que des îlots restreints (Evora, Elvas, Niza), tandis qu'au nord du fleuve il couvre une énorme partie de la Beira, du Douro, du Minho et même du Tras-os-Montes.

A cette première région granitique s'en joignent deux autres complètement distinctes :

1° les îles Berlenga;

2° la serra de Cintra, dont le granit, qui traverse le jurassique, est d'âge tertiaire [1].

[1] Les granits portugais ont été étudiés par M. J.-M. do Rego-Lima (voir sa brochure publiée à Lisbonne en 1900) et, ceux de la région au nord du Douro, par M. Schiappa d'Azevedo.

Le granit est souvent divisé en Portugal par de nombreuses fentes, dans lesquelles l'eau se rassemble et alimente des puits, comme à Porto.

II. BORDURES MÉSOZOÏQUES ET TERRAINS TERTIAIRES.

Les terrains mésozoïques se trouvent exclusivement aux bordures occidentale et méridionale de la Meseta; de plus, ils pénètrent dans la Meseta à la hauteur de Coimbre.

Les terrains tertiaires sont disséminés dans les mêmes bordures; ils pénètrent aussi dans la Meseta, où ils forment le sol des régions inférieures des bassins du Tage et du Sado.

Les trois systèmes du groupe mésozoïque : triasique, jurassique et crétacé, sont représentés en Portugal.

a. **Trias et infralias.** — Le premier terrain mésozoïque est constitué par un massif de grès reposant en discordance sur le paléozoïque et formant, dans la région de Coimbre, des couches de 400 à 500 mètres de puissance; il appartient en partie au triasique, mais comprend en outre l'infralias (et même une partie du lias inférieur). Ces grès peuvent être divisés en trois séries principales :

1° grès rouge brique (200 à 250 mètres);

2° grès de nuance claire, surtout brun et jaunâtre; ce grès est grossier, moins cependant que le précédent, et plus résistant que lui; sa puissance moyenne est de 150 mètres;

3° grès blanchâtre, alternant avec des lits argileux et des bancs calcaires (ce sont les couches de Pereiros).

Ces calcaires sont généralement argileux et dolomitiques.

L'épaisseur de cette troisième assise varie de 100 à 125 mètres.

Ces trois divisions forment toute la bande triasique reposant, en discordance, sur le paléozoïque, entre Thomar et Aveiro. Sa largeur moyenne est de 3 à 4 kilomètres jusqu'à Anadia, où elle subit une interruption, par suite d'un recouvrement de sables pliocènes; elle reprend à Oliveira-do-Bairro.

L'infralias de l'Algarve diffère de celui du nord du Tage en ce que ses calcaires ne passent pas aux dolomies liasiques; ils sont recouverts par des marnes rouges, tachetées de blanc ou de vert et contiennent fréquemment des amas de gypse (exemple : gypse d'Albufeira).

En outre, le triasique du nord du Tage ne contient pas d'inclusions de roches éruptives comme celui de l'Algarve, dans lequel elles sont fréquentes à la partie supérieure; ce sont surtout des ophites et du basalte (exemple : château de Leiria, sur une butte d'ophite).

b. **Lias et jurassique moyen et supérieur.** — 1° *Lias.* — Le lias présente au nord du Tage de grands affleurements argileux fournissant de la chaux hydraulique

dans la Bairrada. Les affleurements liasiques portugais les plus considérables constituent une grande bande à contours irréguliers, s'étendant de Pampilhosa à Thomar.

Le lias supérieur et moyen se compose en majeure partie de calcaires marneux, presque improductifs au point de vue agricole.

Les eaux du lias sont extrêmement calcaires; elles ont formé les grands dépôts de travertin de Condeixa, qui couvrent près de 8 kilomètres carrés et qui, commencés à l'époque quaternaire, se continuent encore de nos jours.

C'est le lias surtout qui fournit le ciment en Portugal (exploitation de Maceira).

2° *Jurassique moyen.* — Il comprend un puissant massif calcaire englobant de nombreuses chaînes de montagnes, comme celles de Porto-de-Moz. Il a trois étages : bajocien, bathonien et callovien, dont la nature pétrographique varie d'une région à l'autre.

Le bajocien est constitué par des calcaires très compacts de Coimbre à Thomar (marbres jaunes de Chão-de-Maçãs) et par des calcaires marneux dans la serra de Buarcos.

Dans la même région, au nord du Tage, le bathonien est généralement blanc et oolithique. En Algarve, il est formé de calcaires divers, recouverts par un puissant calcaire marneux, représentant le callovien.

3° *Jurassique supérieur.* — Il se compose de matériaux de charriage et se divise en deux étages : lusitanien et néo-jurassique.

Le lusitanien, uniquement calcaire à la base, devient complètement détritique au banc supérieur.

Les calcaires lusitaniens contiennent souvent du charbon (comme au cap de Mondégo et à Batalha), qui, malheureusement, n'est guère exploitable, à moins d'être consommé sur place.

En Algarve, le lusitanien supérieur est un calcaire renfermant des quartzites roulés; à l'est de Cezimbra il passe à un poudingue compact, appelé *brèche du Portugal* et utilisé comme marbre.

Le néo-jurassique couvre une énorme surface d'Alverca à l'embouchure du Sizandro. Il est composé de calcaires divers qui, au contact de l'ophite, se sont transformés, près de Batalha, en un beau marbre noir.

C'est le néo-jurassique qui est le terrain le plus favorable à la culture de la vigne.

c. **Crétacé.** — L'ensemble de cet étage comprend surtout des grès, plus grossiers que ceux du jurassique supérieur et, en général, peu résistants. Ils ont un ciment argileux de couleur claire ou même complètement blanc.

La surface du crétacé est fort restreinte en comparaison de celle du jurassique.

Ce terrain existe en Algarve, dans l'Arrabida et au nord du Tage jusqu'à Estarreja.

Le sénonien ne se trouve qu'au nord du parallèle de Soure. Il est le seul terrain secondaire pénétrant profondément dans la Meseta du côté portugais. Il est formé de grès blancs, tantôt tendres, tantôt durs (pierres à meules de Poiares).

Aux environs d'Aveiro, le sénonien est constitué par des graviers et par l'argile servant à faire les briques, uniques matériaux de construction de la contrée.

Quant au turonien, il est représenté par des calcaires, en général très compacts (calcaires d'Alcantara), ou par des grès, comme à Ourem.

Il n'y a pas, en Portugal, dans les terrains mésozoïques, comme on l'avait cru tout d'abord, de gisements de phosphate exploitables; du moins on n'en a pas trouvé jusqu'à ce jour.

d. **Tertiaire.** — Les dépôts tertiaires du Portugal forment trois groupes essentiellement différents :

1° la nappe basaltique à la base;

2° les strates marines oligocènes ou miocènes;

3° les sables et les grès appartenant au pliocène et même en partie au quaternaire.

1° *Nappe basaltique.* — C'est dans les environs de Lisbonne que cette nappe est la plus étendue et la plus épaisse, et par elle le crétacé supérieur a été préservé de l'érosion.

Le dépôt est composé de tufs basaltiques plus ou moins compacts, alternant avec des coulées de basalte compact, des lits de marne rouge et des masses de calcaire marneux, blanchâtre ou verdâtre.

L'eau des sources contenues dans les marnes basaltiques et dans le basalte compact des environs de Lisbonne a une proportion assez forte de magnésie.

Quant au basalte lui-même, il renferme un peu d'acide phosphorique, de 0.13 à 0.53 p. 100.

La nappe basaltique est de puissance fort variable, même sur des points rapprochés; elle varie de 0 à 200 mètres entre Prazeres et Rabicha.

Quant à la nappe basaltique de Nazareth, sur le pourtour du plateau de Coz, son caractère est tout différent; elle est formée par un conglomérat de cailloux calcaires et de quartzites cimentés par des marnes rouges, au milieu desquelles se trouvent parfois des amas de basalte ou de tuf basaltique.

2° *Oligocène et miocène.* — C'est encore aux environs de Lisbonne que ces étages présentent la série la plus complète et la plus variée. Ils ont fait l'objet d'une étude détaillée de M. J. C. Berkeley Cotter.

L'oligocène est composé de conglomérats puissants, surtout à l'ouest de la ligne Bemfica-Odivellas, où il recouvre la nappe basaltique.

L'épaisseur totale du miocène marin est d'environ 280 mètres aux environs de Lisbonne. C'est une alternance de bancs d'argile, de sable, de grès et de calcaires plus ou moins tendres, se reproduisant à peu près de la base au sommet.

Le miocène de la serra da Arrabida est beaucoup plus compact et plus calcaire que celui de Lisbonne.

3° *Pliocène.* — Il comprend des dépôts arénacés, généralement groupés en bandes ne s'éloignant pas à plus de 40 kilomètres du rivage de l'Océan actuel. Il constitue

aussi le grand affleurement, large de 100 kilomètres, qui englobe les bassins du Tage et du Sado; là le pliocène commence par des sables grossiers, argileux, avec cailloux roulés, formant les falaises d'Alfeite et de Sétubal.

Puis viennent des sables fins et blancs, alternant avec de nombreux lits d'argile et contenant des quartzites roulés.

Au nord du Tage, le pliocène est présenté sous forme de grès dans l'intérieur du pays et de sables fins vers l'Océan. Ces grès renferment souvent du lignite (bassin de Porto-de-Moz); ce sont eux aussi qui contiennent les gisements de terre réfractaire de Casal-dos-Ovos, d'Alemcarce et de Soure, bien connus en Portugal.

Enfin, c'est le pliocène qui fournit au pays l'argile pour la fabrication de la faïence émaillée (à Coimbre, Braga, etc.).

Vers le rivage, la distinction est souvent difficile à faire entre le sable fin des dunes et le sable pliocène, d'autant plus que le vent les mélange souvent. Le meilleur caractère distinctif est la présence, dans le pliocène, de petits cailloux roulés, de la grosseur d'une noix ou d'un œuf de poule, cailloux fort peu nombreux parfois, mais manquant rarement.

Enfin, le sable des dunes ne nourrit que des forêts de pins, tandis que le sable pliocène de la plaine permet une culture intensive, maigre, mais suffisant à la région.

Cette région, appelée *Gandara*, située au nord de Leiria, est la «Hollande portugaise» d'Élisée Reclus.

La digue formée par les dunes force les eaux à serpenter longtemps dans la plaine. Quant aux dunes elles-mêmes, elles sont plantées de pins, dont les aiguilles, soigneusement ramassées, fournissent un maigre engrais à la plaine de Gandara.

4° *Quaternaire et moderne.* — La limite entre ces deux dépôts est souvent fort difficile à déterminer; ils occupent tous deux une surface beaucoup plus grande que ne l'indique la carte géologique, car dans le moindre ruisseau, comme dans le plus petit mouvement de terrain, le passage des eaux de pluie donne lieu à des dépôts, trop faibles pour avoir une importance géologique, mais très utiles au propriétaire agriculteur.

Les alluvions de la vallée inférieure du Tage sont plus étendues; cela tient à ce que le fleuve coule dans une vallée synclinale, aux roches peu compactes, qui lui ont permis de s'élargir.

Le sous-sol est formé d'une couche de cailloux roulés dont l'épaisseur varie de 20 à 56 mètres.

Au-dessus du banc de cailloux, se trouvent des sables grossiers, puis des sables fins, plus ou moins argileux, alternant avec des couches d'argile. Il y a donc ici plusieurs niveaux aquifères.

Enfin, la couche superficielle est une argile fine, dont l'épaisseur augmente chaque hiver dans les terres inondables (fabriques de tuiles et de ciments d'Alhandra).

Les alluvions de plusieurs ruisseaux contiennent de l'or, mais n'ont donné lieu qu'à de petites exploitations passagères.

Ces alluvions aurifères fluviales sont distinctes des alluvions aurifères marines

d'Adissa et de San Julião, dont la dernière exploitation sérieuse eut lieu au commencement du siècle dernier pour le compte de l'État (on y utilisait les vagues pour effectuer le triage des sables marins); leur or provenait en grande partie des dépôts pliocènes, d'où l'on a cherché à l'extraire directement, mais sans succès, à cause de son extrême dissémination.

Enfin[1], on ne peut pas parler des alluvions portugaises sans mentionner les *kjökkenmöddings* des environs de Mugem, monticules formés par des amas de coquilles marines, restes d'une civilisation intermédiaire entre celles de la pierre taillée et de la pierre polie.

Ces déchets culinaires renferment toute une faune fossile de mammifères appartenant aux mêmes genres que les animaux domestiques actuels, et de quelques animaux sauvages, comme le cerf, la fouine, le blaireau.

MINES, MINIÈRES, EAUX MINÉRALES.

I. **Fer.** — Un de ses gisements les plus importants est celui de *Moncorvo* (district de Bragance), sur lequel ont été marquées 33 concessions, couvrant ensemble une superficie de 1,700 hectares. Il a été récemment étudié, au point de vue géologique, par M. Cnig et, au point de vue minier, par M. H. Busquet, ingénieur en chef de la Compagnie du Creusot, à qui appartiennent 23 des concessions. M. Schneider en a fait faire une prospection méthodique et complète, qui a permis de reconnaître la nature des couches, leur développement et leur valeur industrielle.

La formation ferrifère de Moncorvo appartient à l'étage inférieur du silurien. Elle est séparée de schistes satinés cambriens par une assise de schistes argileux et de quartzites d'une puissance variable, mais toujours inférieure à 50 mètres. Elle est recouverte par les schistes et les quartzites du silurien supérieur, qui forment la chaîne, relativement élevée, séparant les vallées du Moz et du Douro.

Le minerai est un oligiste siliceux, passant par endroits à l'oxyde magnétique. Ses couches sont partout en parfaite concordance avec les autres dépôts siluriens.

L'ensemble de la formation, que recouvre 1 mètre à peine de terre végétale, plonge vers le sud sous les schistes siluriens. A leur contact, la couche, presque verticale et puissante de 5 mètres à peine, est pauvre en fer, en même temps que très siliceuse. L'ensemble du dépôt ferrifère a été comparé, par M. Busquet, à une énorme lentille horizontale en forme de fuseau et d'une épaisseur moyenne de 10 mètres sur les 9 kilomètres où la couche a été reconnue. Le service des mines portugais évalue à un milliard de tonnes la partie exploitable du gisement, dont la teneur en fer varierait, d'après lui, depuis 33 jusqu'à 59 p. 100 avec 12 à 40 p. 100 de silice. C'est la forte proportion de silice qui a longtemps retardé l'exploitation de cet important gisement.

[1] Voir Paul Choffat, *Aperçu de la géologie du Portugal*, Lisbonne, 1900, page 40. (Extrait de : *Le Portugal au point de vue agricole.*)

Voici l'analyse d'un échantillon de minerai riche :

Perte au feu	2,625	Mn^3O^4	0,120
Silice	29,000	Acide sulfurique	0,035
Alumine	5,130	Acide phosphorique	0,570
Chaux	0,100		
Magnésie	traces	Total	99,000
Fer	61,420	Fer métal : 45,13 p. 100.	

Il y a d'importants dépôts d'hématite à Quadramil (province de Tras-os-Montes), sur plus de 7 kilomètres carrés, et dans l'Alemtejo, près de Casa Branca, station du chemin de fer de l'Algarve. Cette dernière formation est composée de lentilles intercalées dans des schistes talqueux, avec enrichissement du minerai au voisinage des veines porphyriques et serpentineuses de la région. Elle comprend plusieurs concessions : dans la zone de S. Hiago de Escoural : Gamella, Mougès, Castello, Valle d'Arca, Serrinha, etc., et dans la zone d'Avito (au sud-est) : Ayres, Zambujal, San Bartholomeu, avec prédominance à Avito de l'oxyde magnétique ou de l'oligiste.

Les gisements ferrifères de l'Alemtejo ont été activement exploités sous la domination romaine. Aujourd'hui, on n'extrait guère que les parties renfermant du minerai à plus de 40 p. 100, le seul permettant l'exportation.

Au nord, des lentilles ferrugineuses assez importantes existent à Leiria et Porto de Moz, dans le terrain jurassique : mines de Cerro Ventoso et Valle Verde, où le fer est accompagné de lignite.

A Pia do Bicho et Valle Pepueno, près de Porto de Moz, la teneur en fer s'élève parfois à 60 p. 100.

Il faut encore citer la remarquable zone minière de Odemira (20 kilomètres sur 4), où la limonite concrétionnée est associée à des minerais de manganèse : pyrolusite, haussmannite, braunite, avec, pour gangue, du quartz et de la barytine.

II. **Manganèse.** — Il existe surtout dans les régions de l'Alemtejo et du Douro.

La première forme une zone large d'environ 40 kilomètres, allant de Alcacer do Sal à Mertola. Les dépôts manganésifères y constituent de larges lentilles composées surtout de pyrolusite. Le district renferme aussi des chalcopyrites.

Dans le bassin du Douro, les gisements de manganèse sont situés au milieu des grès rouges qui traversent les trois provinces de Beira, Dodro et Estremadura.

Le manganèse extrait des deux régions est exporté en Angleterre.

III. **Cuivre.** — Les principaux gisements cuivreux se trouvent dans le prolongement de la grande zone métallifère espagnole de Huelva, qui va presque jusqu'à la mer en traversant le Portugal de l'est à l'ouest. Ces gisements comprennent une série de lentilles intercalées dans les schistes du culm. Celle de San Domingos est la plus importante (voir la monographie de cette mine à la suite de la description de son

exposition). A Aljustrel (São João do Deserto et Algares) et à Grandola, on exploite aussi des gisements cuivreux dignes d'être mentionnés. Ils appartiennent à la même formation.

Au nord de ces dépôts, une zone porphyrique très développée contient des lambeaux de schistes et de nombreux filons cuivreux exploités à Valle de Mogueira, Seiceira, Valle da Rosa, Juliana, Minaucos, etc.

Une troisième région cuivreuse existe au nord du Tage, où se trouvent les mines de Villa Meã, Quartafeira, Palhados, Palhal. Les pyrites cuivreuses y sont accompagnées de plomb, cobalt, nickel, zinc et argent.

Plusieurs de ces mines ont été exploitées par les Romains, surtout dans l'Alemtejo, où les traces de leurs travaux sont encore visibles.

La majeure partie du cuivre extrait actuellement est exportée en Angleterre.

IV. **Étain.** — La province de Tras-os-Montes est la plus importante région stannifère du Portugal.

La cassitérite y existe dans de nombreux filons et aussi dans des gisements d'alluvions.

Les principales mines sont celles de Rebordosa, près Oporto, Rodas de Marão, Ramalhoso, Montesinho et Portella de Gaïva.

V. **Wolfram.** — Il y a des gisements de wolfram dans les districts de Castello Branco, de Guarda, dans la province de Tras-os-Montes. Le wolfram n'y est jamais accompagné d'étain.

VI. **Plomb.** — La galène est abondante en Portugal, où elle est parfois très argentifère et souvent mêlée de minerais de zinc, de cuivre ou de nickel. Les principales mines sont celles de Bracal (voir sa monographie), Vazea de Prevoes, Adorigo et Gondarem; dans cette dernière mine, on perce actuellement une galerie de 1,200 mètres, qui doit recouper le filon à 230 mètres de profondeur.

Il y a aussi quelques mines de plomb dans l'Alemtejo, dans le district de Coimbre (Barbadalhos) et dans la province de Beira.

VII. **Antimoine.** — On exploite une stibine très pure dans le district de Porto; le minerai est même aurifère dans les mines de Gondomar, Vallongo et Paredes, où fonctionnent des batteries de dix à vingt pilons pour l'extraction de l'or.

Il y a encore quelques gisements de stibine dans la province de Bragance et dans l'Alemtejo.

VIII. **Charbon.** — Les terrains carbonifères sont très limités en Portugal. Cependant, le pays renferme plusieurs mines de charbon, principalement dans le bassin du Douro (fig. 86). On y exploite à São Pedro da Cova, à l'étage supérieur du carboni-

férien moyen, une houille métamorphisée en partie par des diorites et passant à de l'anthracite, dont le principal débouché est la ville de Porto.

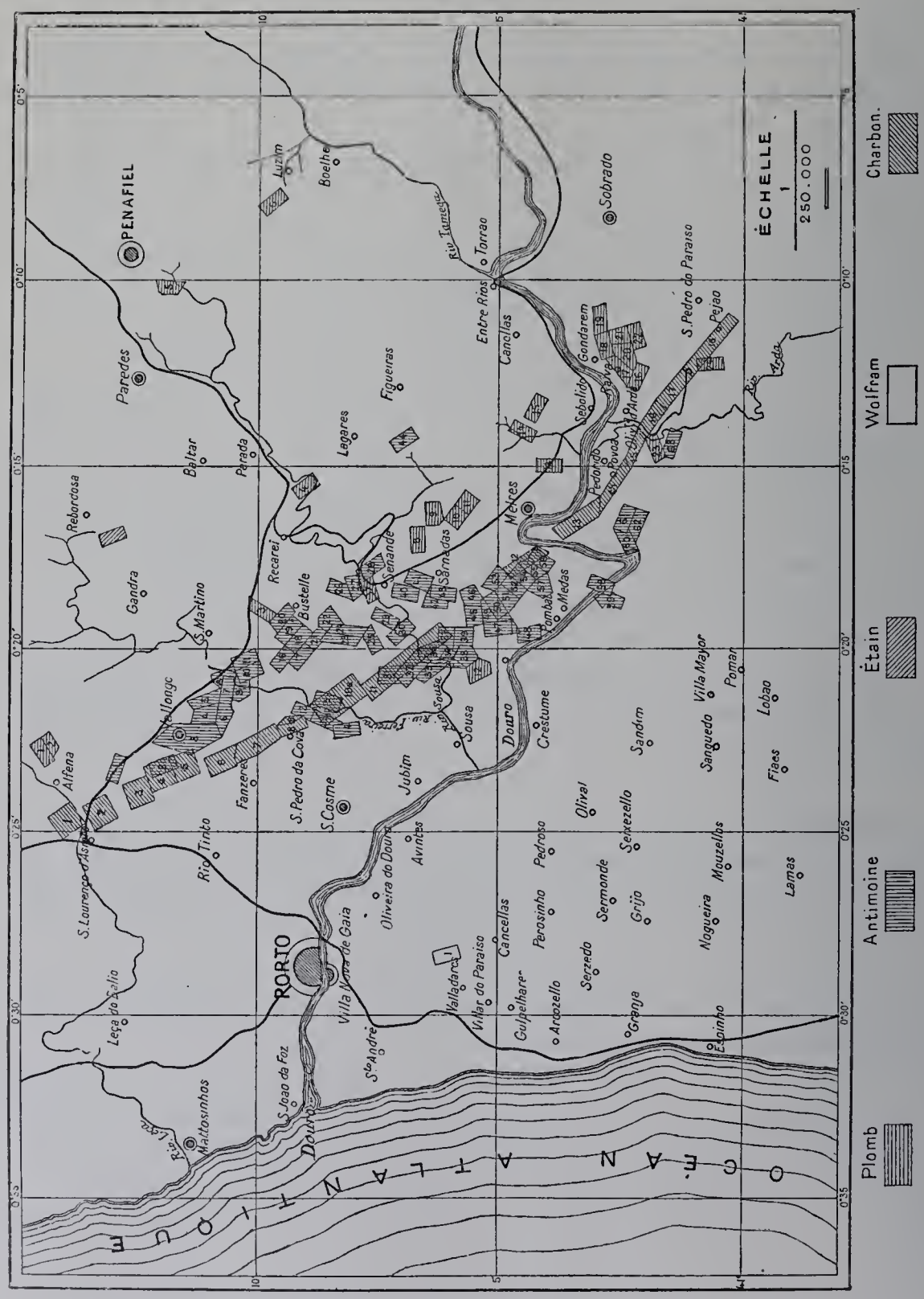


Fig. 86. — Carte du district minier du Douro.

Les autres mines du Douro sont celles de Bairal, Mont'Alto, Ervedosa, Arda, etc.

Au cap Mondego, on exploite dans le jurassique supérieur une houille brûlant facilement et donnant du coke.

LÉGENDE DE LA CARTE DU DISTRICT MINIER DU DOURO. — CONCESSIONS.

MINES DE CHARBON.

1. Villar do Monte.
2. Leira da Bella.
3. Sete Casaes.
4. Valle de Deão.
5. Logar do Seixo.
6. Mont'Alto e Ervedosa.
7. S. Pedro da Cova.
8. Passal de Baixo.
9. Ribeiro da Murta.
10. Valle de Cavallos.
10ª. Fontainhas.
11. Gens, Midões e Covello.
12. Quinta da Varziella.
13. Barral.
14. Povoa.
15. Arda.
16. Capella de S. Domingos.
17. Folgoso.
18. Pejão.

MINES DE PLOMB.

1. Valle de Meão.
2. Ribeiro de Tabãos.
3. Valle Grande.
4. Sobreira.
5. Senradellas.
6. Portella do Souto.
7. Castello Antigo.
8. Valle de Canna.
9. Ribeiro da Castanheira.
10. Valle de Braçal.
11. Valle Fundo.
12. Pyramide de Lebrinho.
13. Campo de Sacho.
14. Ribeiro de Estivada.
15. Valle Grande.
16. Ribeiro das Lagens.
17. Ribeiro da Castanheira.
18. Ribeiro da Lomba.
19. Fontella.
20. Ribeiro da Amieira.
21. Ouraes.
22. Terramonte.
23. Ribeiro da Abelheira.
24. Charco.

MINES D'ANTIMOINE.

1. Moinhos de Riba.
2. Crista da Serra.
3. Valle d'Achas e Ribeiro da Igreja.
4. Fojo das Pombas.
5. Valle do Inferno.
6. Pyramide de Santa Justa.
7. Moinhos do Salto.
8. Sitio do Castello.
9. Monte do Crasto.
10. Vizinhança.
11. Lameiro de Santa Baia.
12. Monte das Lampas.
13. Logar da Mó.
14. Lameirão.
15. Moinho da Igreja.
16. Ribeiro das Barrocas.
17. Costa do Valle do Couto.
18. Bengade.
19. Viso.
20. Avessada.
21. Banja.
22. Ribeiro da Carvalhosa.
23. Mélas.
24. Abelheira.
25. Valdaya.
26. Outeiro Redondo de Santa Martha.
27. Outeiro do Pisco.
28. Nossa Senhora do Salto.
29. Jerimunde.
30. Levada do Rego do Penedo.
31. Salgueiral.
32. Mont'Alto.
33. Valle de Caravello.
34. Moinhos da Gollela.
35. Altinho das Lages.
36. Ribeira.
37. Tapada da Escusa.
38. Carvalhal e Valle d'Infesta.
39. Fojo.
40. Urradouro.
41. Lameiro do Midello.
42. Ribeiro da Bouça Velha.
43. Bouça Velha.
44. Ribeiro de Paradella.
45. Tapada dos Cortiços Velhos.
46. Serra dos Açores n° 2.
47. Valle de Pinheirinhos.
48. Bouço.
49. Sitio do Corgo.
50. Tapada do Padre.
51. Logar da Fontinha.
52. Ribeiro da Serra.
53. Serra dos Açores n° 1.
54. Alto do Sobrido.
55. Ribeiro do Sobrido.
56. Alto da Varziella.
57. Ribeiro do Rebentão.
58. Alvorinhas.
59. Albaião.
60. Valle de Castanheirinho.
61. Portal.
62. Valle da Rocha.
63. Ribeiro de Orelhal.

MINE D'ÉTAIN.

1. Rebordosa (Aboim).

MINE DE WOLFRAM.

1. Fonte de Guardal de Cima.

Il y a des mines de lignite à Alcanadas, Hortas, Valle Verde, Cabeço de Tojos et Cabeço de Veado, dans le district de Leiria, qui contient aussi de puissantes couches de grès bitumineux; les principales sont celles de Serra do Cabaço et Canto d'Azèche.

La tourbe est rare et inexploitée en Portugal.

Concessions. — La superficie totale occupée par les concessions de toute nature est de 30,000 hectares, pour 415 concessions.

L'aire normale d'une concession métallifère est un rectangle de 500 mètres sur 1,000 mètres, et un carré de 1,000 mètres sur 1,000 mètres pour les concessions de combustibles.

L'ensemble du personnel employé par les mines était en 1899 de 4,075 individus et l'impôt minier a produit cette même année : impôt fixe, 65,000 francs; impôt proportionnel, 199,000 francs; total, 264,000 francs. Les minerais ont été vendus environ 10 millions de francs.

Sel. — Le sel portugais, à part un gisement peu important de sel gemme, provient uniquement des 1,200 marais salants des côtes de l'Atlantique. La production pour 1899 est évaluée à 22 millions d'hectolitres.

Les principales salines sont, en allant du nord au sud, celles d'Aveiro, de Figueira-da-Foz, de Lisbonne (sur les deux rives du Tage), de Sétubal, le long du fleuve Sado, jusqu'à Alcacer-do-Sal et de l'Algarve; les salines de Sétubal sont les plus importantes, leur sel est exporté en Angleterre, en Russie et au Brésil.

Eaux minérales. — Elles sont abondantes en Portugal et très variées. On connaît actuellement 147 sources, dont 62 concédées. Les plus importantes sont celles de Vizella, Luso, Vidago, Amieira, Pedras Salguadas, Caldas-da-Rainha, Felgueira, Cucos, Gerez, Entre-os-Rios, Caldedas et Monchique.

Le Portugal possède en outre beaucoup de sources ferrugineuses.

Les sources minérales se répartissent ainsi :

			CONCÉDÉES.	NON CONCÉDÉES.	TOTAL.
Eaux	bicarbonatées	sodiques gazeuses	8	//	8
		calciques	2	1	3
		sodiques	5	1	6
		potassiques	1	//	1
		mixtes	1	2	3
	carbonatées sodiques		15	2	17
	chlorurées		18	7	25
	sulfatées		4	1	5
	sulfatées mixtes		2	1	3
	chlorosulfatées		5	6	11
	ferrugineuses		1	16	17
	sulfureuses		//	38	38
	indéterminées		//	10	10
	Totaux		62	85	147

Le catalogue portugais de la Classe 111 (Hygiène) donnait la composition de 14 eaux minérales; voici l'analyse de la source de Monchique, une des plus connues :

Température..... 32 degrés.

Chlore (par litre).....	0gr03750	Mg.....	0gr00032
SO^3.....	0 05243	SiO^2.....	0 01300
CO^2.....	0 15200	Fe^2O^3 et Al^2O^3.....	0 00114
K.....	0 03400	Résidu fixe à 180°.....	0 30383
Na.....	0 07794	Total par litre...	0 67419
Ca.....	0 00203		

LÉGISLATION MINIÈRE PORTUGAISE[1].

L'exploitation des mines en Portugal est fort ancienne. Déjà, au temps des Romains, elle était soumise à une législation spéciale, ainsi que le prouve l'intéressante plaque de bronze trouvée dans les mines d'Aljustrel, sur les deux faces de laquelle sont gravées les prérogatives des adjudicataires de la circonscription minière du *Vicus Vipascensis* (une reproduction en photogravure de cette pièce figurait à l'Exposition). La plaque mentionne aussi les attributions de l'administrateur des mines de la Lusitanie.

Après la constitution de la monarchie portugaise (1140), le plus ancien document officiel ayant trait aux mines est celui par lequel le roi Don Sancho Ier accorda, en 1217, à l'ordre de Santiago, la dîme de l'or d'Adiça et de Cezimbra.

A partir de cette époque et même aussitôt après la conquête de Lisbonne, en 1147, par le premier roi Don Alfonso Henriquez, on pratiqua le lavage des sables aurifères à l'embouchure du Tage. Jusqu'en 1557, cette industrie fut réglementée par diverses chartes.

Les premières concessions minières furent faites par le roi Don Diniz; elles étaient relatives à des mines de fer et d'étain, de soufre et d'argent. A cette époque, toutes les mines appartiennent à la Couronne, qui les fait exploiter ou les concède à titre temporaire en reconnaissance de quelque service.

La première loi sur les mines date de 1488; elle rendit libre l'exploitation minière à la seule condition de payer une dîme au roi et une autre au propriétaire du sol. Cette loi subsista, plus ou moins respectée, jusqu'en 1516, époque où le roi Don Manuel promulga la deuxième loi sur les mines, qui enleva au propriétaire foncier le droit de participation dans les bénéfices de l'exploitation et ne lui laissa qu'un droit d'indemnité pour cause de dommage. La redevance royale était maintenue au cinquième du bénéfice en théorie, mais s'élevait à 30 ou 40 p. 100 en pratique, car les minerais devaient être vendus au magasin du roi et à un prix fixé par lui. L'industrie ainsi surchargée ne pouvait se développer; aussi, en 1557, un décret rendit libre la vente

[1] Résumé du chapitre analogue de la brochure officielle portugaise publiée par le Commissariat royal, complété avec la collaboration de M. Severiano Monteiro, qui fait actuellement fonction de Directeur général des Mines du royaume de Portugal.

NOMBRE DES CONCESSIONS PAR DÉPARTEMENT ET PAR NATURE DE MINERAIS.

(TABLEAU FOURNI PAR LE MINISTÈRE PORTUGAIS DES TRAVAUX PUBLICS.)

DISTRICTS MINIERS. (DÉPARTEMENTS.)	SURFACES des CONCESSIONS en HECTARES.	NATURE DES MINERAIS.																	
		FER.	FER ET MANGANÈSE.	MANGANÈSE.	CUIVRE.	ÉTAIN.	WOLFRAM.	PLOMB.	ARGENT.	ZINC.	ANTIMOINE.	OR.	CHARBON.	PHOSPHATE.	AMIANTE.	CHARBON ET FER.	PYRITES ARSENICALES.	BITUME.	CALCAIRE ASPHALTIQUE.	TOTAUX.
Aveiro	7,891	4	1	9	14	//	//	30	//	//	7	//	9	//	//	1	6	//	//	81
Beja	17,099	19	88	141	72	//	//	9	//	//	4	//	//	//	//	//	//	//	//	333
Braga	350	5	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	6
Bragança	6,011	37	//	1	5	30	1	7	//	1	9	//	//	//	1	//	//	//	//	92
Castello Branco	2,183	//	//	2	1	//	7	12	//	//	//	5	//	4	//	//	//	//	//	31
Coimbra	2,260	//	//	//	1	//	//	12	//	1	//	//	6	//	//	//	//	//	//	20
Evora	5,264	7	//	2	49	//	//	3	//	//	3	//	//	//	1	//	//	//	//	65
Faro	1,319	3	//	3	12	//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	//	19
Guarda	370	//	//	//	2	3	//	2	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	7
Leïria	21,841	7	//	1	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//	//	8	//	2	//	20
Lisbõa	3,179	2	34	8	5	//	//	4	//	1	//	//	1	//	//	//	//	//	2	57
Portalegre	5,263	6	//	3	19	//	//	17	//	//	//	//	//	33	//	//	//	//	//	78
Porto	9,414	10	//	5	1	9	1	32	//	1	93	//	18	//	//	//	2	//	//	172
Santarem	990	//	//	1	//	//	//	1	1	//	//	1	4	//	//	//	//	//	//	8
Vianna do Castello	151	3	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	3
Villa Real	1,318	//	//	//	2	7	//	16	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	25
Vizen	1,401	//	//	//	//	2	1	16	//	//	//	2	1	//	//	//	//	//	//	22
TOTAUX	86,304	103	123	176	183	51	10	161	1	4	117	8	42	37	2	9	8	2	2	1,039

PRODUCTION EN TONNES.

(TABLEAU FOURNI PAR LE SERVICE DES MINES DU PORTUGAL.)

PRODUITS.	ANNÉES										
	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898.	1899.
Amiante	//	//	//	17	//	//	//	//	//	//	//
Anthracite	12,991	12,435	12,445	12,265	18,213	10,017	8,787	8,743	7,996	10,250	11,930
Antimoine (stibine)	1,496	1,461	1,818	996	760	802	753	595	417	245	59
Arsenic... (pyrites arsenicales)	//	//	//	//	//	//	//	//	20	//	//
Arsenic... non raffiné	//	//	//	//	//	//	//	//	268	//	//
Arsenic... raffiné	//	//	//	//	//	//	//	//	255	751	1,082
Plomb (galène)	1,021	1,477	1,230	1,170	1,261	1,713	1,370	1,364	2,180	3,241	3,468
Cuivre (cément)	6,756	6,701	8,940	8,721	6,886	6,924	5,055	3,453	3,304	3,149	2,521
Minerais de cuivre lavés vendus pour leur soufre	72,333	105,740	110,581	67,222	143,942	203,241	162,499	163,775	210,265	248,218	275,658
Cuivre... (pyrites de fer cuivreuses)	2,431	5,538	8,601	28,723	38,511	44,004	32,747	43,763	66,472	54,368	71,934
Cuivre... (chalcopyrites)	623	282	6	79	198	321	202	436	241	290	408
Étain.... (cassitérite)	5	5	3	16	45	26	3	5	8	102	//
Étain.... (métal)	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	30
Fer (oxydes)	1,588	21,780	5,093	11,330	8,383	620	//	//	//	2,518	15,077
Lignite	//	4,161	4,972	5,666	4,632	9,649	10,309	8,000	9,342	12,291	//
Manganèse (oxydes et carbonates)	5,893	5,812	3,278	3,399	4,080	1,886	1,153	1,494	1,652	1,790	2,949
Or	3kgs195	1kg	//	//	//	//	//	//	17kgs	7kgs	1kg
Argent	//	//	//	//	//	76gks	//	//	79kgs	119kgs500	//
Quartz aurifères	13	//	//	//	//	//	222	//	//	//	13
Wolfram	//	//	//	2	19	19	12	14	29	59	55
Zinc (blende)	//	//	//	25	28	//	//	//	//	//	50

NOTA. Le personnel occupé en 1900 par l'industrie minérale était d'environ 5,000 ouvriers en Portugal.

des produits de l'industrie de la mine, à l'exception de l'étain des alluvions de Tras-os-Montes.

La redevance était maintenue au cinquième; mais le roi se réservait un quart de la production, à la seule condition de contribuer dans cette proportion aux frais de l'exploitation; c'était donc un nouvel impôt de 25 p. 100 sur les bénéfices. Pareil régime ne pouvait pas relever l'industrie minière.

Pourtant, cette loi de 1557 fut le code minier du Portugal pendant près de trois siècles, jusqu'en 1836.

En 1801 fut créée la Superintendance générale des mines et métaux du royaume, qui exploita divers gisements de charbon, de fer, d'antimoine, d'étain et de plomb pour le compte de l'État, ainsi que le lavage des sables aurifères d'Adiça; mais la tentative fut rapidement désastreuse. Seule, la mine d'anthracite de San Pedro de Civa rapportait quelques bénéfices, plusieurs fois absorbés par les déficits des autres mines.

Par décret du 25 novembre 1836, l'État renonça à exploiter lui-même et concéda la mine de plomb de Braçal; il fixa en même temps les conditions générales d'exploitation des mines par des particuliers, savoir : une redevance de 5 p. 100 du produit net; la concession n'était qu'un usufruit; l'État restait propriétaire.

Il faut aller jusqu'à la loi de 1850 pour trouver la fondation de la propriété minière portugaise par l'introduction de la concession perpétuelle, sous la seule réserve pour l'Etat de reprendre la mine en cas de non-exploitation ou d'inobservance des règlements. Cette loi, perfectionnée et développée, modifiée légèrement en 1852, fut le point de départ d'une certaine prospérité de l'industrie minérale.

Un règlement d'administration publique, inspiré de la loi française de 1810, délimita les droits des propriétaires fonciers et des concessionnaires.

Sous le régime de la loi de 1852 furent données 892 concessions.

Ce qu'il y avait de défectueux sous le régime de cette loi, c'était surtout la longueur des procédures d'instance de concessions et le fouillis des arrêtés, ordonnances et décrets successifs.

La loi suivante de 1892 est due à l'initiative du conseiller Pedro Victor da Costa Sequeira, ingénieur des mines, ancien élève de l'École Supérieure des Mines de Paris. C'est cette loi qui, avec le règlement du 5 juillet 1894 et le décret du 28 septembre 1899, constitue la législation minière portugaise actuellement en vigueur.

Les colonies ont une législation spéciale codifiée dans le décret-loi du 29 décembre 1898, qui révoqua les décrets de 1869 et de 1888, comme la loi de 1892 abolit celle de 1852.

Voici l'esprit de la législation actuelle :

A part les carrières, les tourbières et les dépôts d'alluvions aurifères et stannifères, qui appartiennent au propriétaire du sol et peuvent être exploités par lui, sous le contrôle du Gouvernement, tous les autres gisements miniers (première classe) doivent être concédés.

En cas d'inexploitation des substances non concessibles, le Gouvernement, dans un

intérêt public, peut permettre l'exploitation par un tiers, le propriétaire entendu; c'est une véritable expropriation, temporaire ou permanente.

Quiconque découvre une mine de la première classe a droit à la concession, quelle que soit sa nationalité; il doit alors demander à la Chambre municipale de l'arrondissement un certificat d'enregistrement, qui coûte 50 francs et qui donne le droit pendant douze mois de faire des fouilles dans un cercle de 560 mètres de rayon pour les mines métalliques et de 701 m. 10 pour les houillères.

Les travaux de recherches peuvent être entrepris sans formalités sur les terrains n'ayant jamais été cultivés; pour les autres, il faut la permission du propriétaire ou, à son défaut, du Gouvernement.

Seule, la concession donne le droit de disposer des produits utiles des recherches.

Outre le certificat d'enregistrement, la demande en concession doit être accompagnée d'une quittance d'environ 500 francs (au change moyen de 1900) pour frais de timbres et de diplômes.

La durée de l'enquête est de six mois; elle est faite par un ingénieur de l'État, qui rédige un rapport accompagné d'un plan topographique au 1/10000 de l'aire du cercle réservé pour recherches. On procède avec le maire de la commune à la démarcation du terrain concédé, par des bornes et des poteaux fournis par le demandeur; et acte en est dressé, où on mentionne les réclamations intervenues. Les polygones ainsi démarqués doivent être, autant que possible, des rectangles de 50 hectares pour les gisements de combustibles, et, pour les mines métalliques, de 100 hectares.

Le dossier complet est soumis au Conseil technique qui statue. Si la demande est rejetée, l'aire réservée devient libre pour de nouveaux *manifestos*.

La concession doit être demandée dans un délai de six mois à partir de l'ordonnance de *droit de découverte*, sous peine de déchéance.

La demande en concession doit justifier de la possession des fonds nécessaires aux travaux mentionnés dans le rapport de l'ingénieur, qui en indique le coût probable.

Le directeur de la mine doit être agréé par le Gouvernement.

Le diplôme de concession est un *alvara regio*, publié au *Diario do Governo* (Journal officiel). Dans les trois mois qui suivent sa publication, le concessionnaire doit commencer les travaux et il est tenu d'envoyer au Bureau des Mines, dans les douze mois, le plan des travaux projetés. Ce plan, comme la nomination du directeur technique, doit être approuvé par l'Administration.

La concession est transmissible, mais elle ne peut se vendre sans la permission du Gouvernement. Sa durée est illimitée.

Les recours du Gouvernement contre le concessionnaire sont les amendes ou la déchéance de la concession, suivant la gravité des transgressions.

Les amendes sont appliquées par arrêté ministériel, la déchéance relève du contentieux administratif; elle est prononcée par le préfet.

Il y a recours au Conseil d'État dans les trente jours. Les concessions frappées de déchéance sont mises en adjudication.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La même personne peut obtenir plusieurs concessions.

Le non-payement des impôts ou l'abandon des travaux entraînent la déchéance.

Les propriétaires touchent, en sus du loyer de l'étendue de la concession, une somme égale au tiers de l'impôt proportionnel dû à l'État, qui est de 2 p. 100 de la valeur sur place des minerais exploités; il est porté à 2 1/5 p. 100 pour la pyrite et les minerais de manganèse.

L'impôt fixe perçu par l'État est de 300 réis (1 fr. 67) par hectare concédé pour les combustibles ou le sel gemme et de 500 réis (2 fr. 78) pour les dépôts métallifères.

Les minerais de fer dont la fonte a lieu dans le pays même sont exempts de l'impôt proportionnel, et les usines où sont traités ces minerais, de tout impôt industriel pendant vingt ans.

Une partie du revenu provenant des impôts miniers constitue un fonds spécial affecté à l'amélioration des conditions des industries minérales.

Le royaume est partagé en districts; à chacun d'eux est attaché un ingénieur de l'État, chargé du contrôle et de la surveillance.

L'impôt minier est déterminé chaque année dans chaque département par un comité de cinq membres, présidé par le préfet assisté de l'ingénieur en chef. Tous les procès miniers sont soumis au Conseil Supérieur des Mines, qui siège au Ministère des Travaux Publics.

L'impôt fixe et l'impôt proportionnel sont dégrevés actuellement tous les deux des divers centimes additionnels décrétés jusqu'au 30 septembre 1892.

EXPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Elles étaient nombreuses (plus de cinquante) et consistaient surtout en échantillons de minerais, dont quelques-uns attiraient l'attention, soit par leur richesse, soit par leurs dimensions. A ce double point de vue, il faut citer surtout ceux des mines de Santo Domingos et de Braçal.

I. MINE DE SANTO DOMINGOS.

La concession de Santo Domingos appartient à une société d'origine espagnole, mais elle est exploitée par une société anonyme, ayant son siège à Londres.

La mine, située à 18 kilomètres du port de Pomarão, sur la rive gauche de la Guadiana, est reliée par chemin de fer à ce port, qui se trouve à 50 kilomètres environ de l'embouchure du fleuve, lequel est navigable jusqu'à l'Océan.

Le gisement est composé de pyrites de cuivre, constituant un amas enveloppé et recouvert par une brèche à teinte rougeâtre, fortement imprégnée d'oxyde de fer hydraté. Cet amas a la forme d'un navire, dont le pont serait à 32 mètres au-dessous de la surface du sol; sa longueur est de 600 mètres et sa largeur de 60. La direction de l'axe est O. N. O.-E. S. E.

La teneur moyenne en cuivre, pour la pyrite, était de 2.75 p. 100 dans les parties supérieures; elle n'est plus que de 1.25 p. 100 avec 45 à 50 p. 100 de soufre. On rencontre, par accident seulement, des parties très riches, appelées *amarillo* à cause de leur couleur jaune.

Les minerais renferment aussi du plomb, de l'argent et des quantités infinitésimales d'or.

C'est dans les pyrites de Santo Domingos que M. Crooks découvrit le thallium, par l'analyse spectrale.

Les minerais présentent souvent une face unie et polie, appelée *miroir,* qui cause parfois des éboulements et, par suite, des accidents.

La mine porte des vestiges de travaux anciens, avec des tas de scories, et même on a retrouvé une partie du matériel primitif, par exemple des roues d'épuisement.

Les monnaies ramassées dans les excavations prouveraient que la période d'exploitation romaine dura environ trois siècles et demi : depuis l'avènement de Tibère jusqu'à Théodose (de l'an 14 à l'an 385 de l'ère chrétienne). L'exploitation moderne date de 1836.

Les étages se trouvent à 102, 112, 122 et 150 mètres au-dessous de la surface du sol.

En 1900, on devait atteindre les niveaux 160 et 180. L'exploitation se fait en partie à ciel ouvert, par gradins, et en partie souterrainement, par dépilage et remblayage.

Les voies de transport intérieur sont parallèles à l'axe du gisement, ou côtoient les salbandes au nord et au sud. Les chambres d'extraction ont une grande section, que permet l'extrême dureté de la pyrite, et qui va jusqu'à 11 mètres sur 11 mètres.

L'abatage est exécuté à forfait.

L'exploitation fut entièrement souterraine jusqu'en 1867, époque à laquelle on enleva la masse de morts terrains qui recouvrait le gisement, ce qui nécessita la démolition de tout un village que l'on rebâtit plus loin. La dépense totale fut d'environ 12 millions et demi de francs.

L'extraction actuelle se fait au moyen de deux grands plans inclinés de 30 p. 100 et d'une longueur de 400 mètres, dont les treuils sont commandés par deux machines à vapeur d'environ 60 chevaux chacune.

La largeur des voies est de 1 m. 07 dans les grandes galeries, de 0 m. 56 dans les petites.

Les vues photographiques envoyées à l'Exposition représentaient l'entrée des mines, les plans inclinés et quelques-unes des grandes galeries intérieures. Elles étaient complétées par un plan général des mines et usines.

L'épuisement est fait au moyen d'une pompe de 65 chevaux, située à 200 mètres.

L'aérage est naturel et suffisant.

La pyrite étant de faible teneur, il faut lui faire subir sur place un premier traitement.

Le minerai riche est seul exporté; il va surtout en Angleterre.

Les parties plus pauvres, après triage et concassage à la main, sont emmenées par chemin de fer à 3 kilomètres de la mine, à un endroit appelé *Achada do Gamo* (sur la ligne allant au port de Pomarão). Là, sur de vastes terrasses, dont la hauteur atteint 20 mètres et à l'intérieur desquelles on ménage des canaux et des cheminées où circulent l'air et l'eau, le sulfure se transforme peu à peu en sulfate soluble. Les minerais sont constamment arrosés, au moyen d'un système de tuyaux et de robinets, par les mêmes eaux, qui s'enrichissent peu à peu, jusqu'à 14 p. 100 de cuivre. Elles sont alors écoulées dans des canaux très sinueux, où le cuivre est précipité par des lingots de fonte.

De temps en temps, on gratte le cuivre déposé. Cette méthode, bien connue en métallurgie, employée aussi à Agordo, est appelée *méthode par précipitation.*

Le cuivre déposé sur les lingots à l'état de poudre, dite *cemento,* est formé d'un mélange dont la teneur moyenne est d'environ 60 p. 100 de cuivre.

On traite ainsi annuellement 200,000 tonnes de minerai. A la fin de 1899, on avait empilé, dit-on, à Achada do Gamo, plus de 2 millions de tonnes; en 1888, le dépôt aurait dépassé 3 millions de tonnes et produit 7,000 tonnes de cuivre métal.

Actuellement, le minerai épuisé en cuivre (300,000 tonnes par an, au maximum) est exporté en Angleterre, où on en retire une partie du soufre qu'il contient encore.

Le traitement hydraulique exige de très grandes quantités d'eau que ne peut fournir le sol aride, couvert de bruyères, de Santo Domingos. Aussi a-t-on construit d'immenses barrages dans les vallées les plus favorables et formé deux grands bassins pouvant contenir, l'un 6,600,000 mètres cubes d'eau de pluie, l'autre 1,483,000; deux autres bassins, plus petits, recueillent les eaux sortant de la galerie d'écoulement de la mine.

Les digues des grands barrages atteignent 20 mètres de haut; elles sont en briques, avec revêtement d'asphalte. L'aménagement est tel que les eaux recueillies peuvent se déverser directement sur les tas d'Achada do Gamo, sans l'intermédiaire de machines élévatoires.

Les eaux chargées de sulfate de fer ne peuvent plus servir à arroser de nouvelles terrasses de minerai; elles sont, de plus, nuisibles à la végétation; on leur fait traverser d'abord de longs et sinueux canaux de manière à permettre une certaine infiltration dans le sol en même temps qu'une certaine évaporation, puis on les déverse dans la Guadiana, qui les entraîne peu à peu à la mer. Cette installation a coûté plus d'un million.

Le port de Pomarão présente une jetée de 176 mètres de long et 7 m. 50 de haut, le long de laquelle peuvent accoster des navires jaugeant 3,000 tonneaux. Les wagons de minerai sont déchargés directement dans le bateau et on peut embarquer ainsi jusqu'à 4,000 tonnes par jour.

Ces divers renseignements ont été fournis par le Directeur des exploitations, grâce à l'obligeant intermédiaire de M. S. Monteiro.

II. MINES DE BRAÇAL.

La Compagnie minière et métallurgique de Braçal, dont le siège social est à Porto, exposait de nombreux échantillons de galène, et aussi de blende et de pyrite qui accompagnent souvent la galène. Des photographies représentaient l'entrée de la mine de Braçal, les laveries, les ateliers, les habitations ouvrières; enfin un plan en relief de la concession de Braçal complétait cette exposition, la plus importante des expositions particulières du Portugal.

Les diverses concessions appartenant à la Société de Braçal et qui couvrent 936 hectares sont celles de Braçal, Coval da Mo, Malhada, Fojo et Regadas. Elles contiennent 16 filons plombeux exploités par cinq sièges : Braçal, Malhada, Murta, Coval da Mo et Turbine. Ces sièges sont tous reliés téléphoniquement à Braçal, où se trouvent la Direction, les laveries, les fours de fusion et les ateliers.

Les exploitations sont principalement développées dans les vallées de Coval da Mo, de Villarinha et surtout dans celle du rio Mau, qui renferme les deux sièges les plus importants : Malhada et Braçal, les seuls éclairés à l'électricité.

Gisement. — Le minerai est formé de galène accompagnée le plus souvent de blende et de pyrite de fer; cette dernière est légèrement aurifère dans le filon d'Ouro.

La puissance des divers filons varie de quelques centimètres à plusieurs mètres, mais leur puissance moyenne est de 0 m. 40 à 1 m. 60, suivant les sièges.

Le toit est bon en général : il est en schistes argileux intercalés de quartzites. Quant au mur, il est constitué par des granits et par des gneiss.

Le gisement de Braçal fut découvert grâce aux affleurements de la rive gauche du rio Mau et aux vestiges tout voisins (à 860 mètres) des travaux des anciens sur le filon de Malhada.

Nous allons passer rapidement en revue les divers sièges.

1° *Siège de Malhada.* — Il exploite deux filons, appelés *Malta* et *Maître*, où tout est très variable : direction, inclinaison, puissance, richesse. La puissance du filon Maître oscille entre quelques millimètres et 6 mètres. La roche encaissante est le schiste chloritique cendré ou noirâtre, luisant et doux au toucher.

La galène contient de l'argent, mais d'une façon extrêmement irrégulière. Elle est généralement accompagnée de blende en concrétions sphériques et de pyrite en petites masses granulées très fines. C'est dans ce filon qu'est l'exploitation la plus active de la Société de Braçal; le siège comprend cinq puits :

a. puits *Maître* (profondeur, 300 mètres; section rectangulaire de 4 mètres sur 2 m. 20); ce puits a recoupé le filon à 116 mètres;

b. puits *des Maures* (section : 3 mètres sur 1 m. 50; profondeur, 132 mètres); il ne sert qu'à l'épuisement et à la descente des ouvriers;

c. puits *Corga*, vertical pendant 40 mètres, puis incliné le long du filon jusqu'à l'étage 90; il sert uniquement de puits de secours;

d. puits principal, pour l'extraction, à 450 mètres au nord-est du précédent;

e. puits d'aérage, peu profond.

Le gisement de Malhada est exploité à 13 étages, dont les galeries ont une longueur totale de 12 kilomètres. La méthode d'exploitation est celle par tailles montantes.

Les wagonnets circulant dans les galeries sur voie ferrée ont une capacité de $0^{m3}400$. Ce sont des roues hydrauliques qui font marcher les machines d'extraction, celle du plan incliné des remblais et les ateliers de préparation mécanique, ainsi que les dynamos pour l'éclairage électrique. Le ruisseau alimentant les diverses roues débite, suivant les saisons, de 400 à 700 litres par seconde.

Voici les divers progrès accomplis depuis 1889 : les anciens cuffats d'extraction, qui contenaient $0^{m3}363$, ont été remplacés par de véritables cages élevant les wagonnets au jour; un nouveau chevalement, en bois d'eucalyptus, a été construit (hauteur, 25 mètres); le rio Mau a été en partie recouvert pour permettre l'établissement d'une vaste plate-forme destinée aux agrandissements futurs; un compresseur d'air, système Hanarte, actionné par une machine à vapeur de 80 à 100 HP., a été installé, ainsi qu'une pompe d'épuisement mue par une machine de 50 HP.; l'eau sortant des roues hydrauliques se rend aux trois séries de caisses pointues, qui classent le minerai en quatre catégories : galène et mixtes riches, pauvres ou stériles. Les minerais riches passent deux fois et les pauvres trois fois aux caisses pointues.

Comme travaux de recherches importants exécutés depuis 1889, il faut citer la longue galerie, dont le creusement a déjà donné de la galène, qui fera bientôt communiquer les puits Maître et Corga, — et surtout ceux qui ont amené la découverte, au flanc nord du mont Redondo, d'un riche massif appelé *Francisco,* lequel a déjà fourni 15,000 tonnes de galène.

2° *Siège de Braçal.* — Il exploite un seul filon de direction, d'inclinaison et de puissance (0 à 4 mètres) également très variables. Les trois puits actuels sont Sophia (45 mètres), Adolpho (25 mètres) et Mathias, (puits principal, 120 mètres). Récemment, on a découvert au filon un deuxième rameau appelé *Lourenço;* aussi l'exploitation va-t-elle être reprise à ce siège de Braçal, inactif depuis 1867. On a déjà supprimé les installations anciennes du puits Mathias et créé tout un nouvel établissement à la Fundicão, comprenant des fours pour la calcination des minerais, des ateliers de préparation mécanique, une forge et même une fonderie de fer, où l'on traite le minerai des gisements de Besturengo, qui appartiennent aussi à la Compagnie, enfin des fours pour l'affinage et la désargentation du plomb, un magasin général et des bureaux.

3° *Siège Murta.* — Il date de 1875, mais n'avait jamais été que le siège de travaux de recherches jusqu'à juillet 1898, travaux d'ailleurs fort irréguliers. Depuis 1898, on a continué le creusement des anciennes galeries et on en a ouvert de nouvelles, qui ont amené la découverte curieuse d'un ancien puits, totalement ignoré (puits Leuschner). Ce puits a été approfondi et les divers travaux récents ont permis de reconnaître

une grande partie de l'allure du filon. De plus, on a commencé une longue galerie pour rejoindre la vallée du rio Mau et drainer les eaux de Braçal et de Malhada.

4° *Siège de Coval da Mo.* — Il est resté inactif de 1884 à 1898. Son unique filon, dont la galène est presque toujours dépourvue de blende, a été reconnu par une galerie aboutissant à un puits profond de 270 mètres. En 1898, M. Lourenço Feuerherd, ancien président de la Compagnie de Braçal, découvrit l'affleurement d'un nouveau filon, qui prit le nom de *Lourenço.* Depuis cette époque, le siège de Coval da Mo a repris une certaine activité.

5° *Siège de la Turbine.* — Il consiste surtout en une galerie, longue actuellement de 210 mètres, où l'on travaille avec des perforatrices à air comprimé; cette galerie, espère-t-on, recoupera vers 270 mètres les deux filons de Coval da Mo et de Malhada, que l'on croit devoir se croiser en cet endroit. La galerie, à 45 mètres, a déjà recoupé le filon d'Ouro (filon pyriteux, puissant de 20 à 60 centimètres, et renfermant 1 à 2 grammes d'or à la tonne) et, à 200 mètres, le filon pyriteux de Saint-Antoine (10 à 15 centimètres d'épaisseur).

Enfin, depuis peu, on a découvert, dans le district de la Turbine, les deux nouveaux filons plombeux de Mocanha et du Canal, qui sont encore peu connus.

Les mines de Braçal, situées dans les montagnes, sont malheureusement à 22 kilomètres de la gare la plus voisine (Estarreja, ligne de Porto à Lisbonne).

La route qui mène au chemin de fer est, de plus, fort accidentée, ce qui rend les transports fort coûteux. De l'automne au printemps, on utilise bien le fleuve Vouga pour atteindre Estarreja; mais comme le trajet est alors d'environ 50 kilomètres, nécessitant un voyage d'une semaine, aller et retour, le prix des transports n'est pas beaucoup abaissé par la voie fluviale, d'autant plus que les péniches, même au moment des hautes eaux, ne peuvent guère transporter plus de 8 tonnes.

Les divers sièges d'exploitation de la Société sont réunis par un réseau ferré privé, d'une longueur de 19 kilomètres. La voie est de 0 m. 60, avec courbes descendant jusqu'à 20 mètres de rayon. La traction est faite à la montée uniquement par des bœufs et à la descente par la pesanteur, réglée par des freins à vis.

La Compagnie est en instance pour relier son réseau intérieur à la gare d'Estarreja, où, de plus, les *esteiros* (lagunes toujours navigables) communiquent avec la mer.

La Société est depuis longtemps aux prises avec trois difficultés :

1° l'approvisionnement des bois nécessaires à l'entretien des galeries (les 400 hectares de forêts récemment plantés ne pourront pas être utilisés de quelque temps encore);

2° le manque d'animaux de trait dans le pays, obligeant à acheter coûteusement loin de la mine ceux qui sont nécessaires;

3° le recrutement du personnel; on sait, en effet, la répugnance du paysan portugais pour le travail de la mine; aussi la Société a-t-elle cherché à attirer des ouvriers

étrangers (français, belges et vénitiens, ces derniers provenant surtout des mines d'Agordo, dans les Alpes).

Le personnel actuel comprend 3 agents techniques, 20 employés ou surveillants et 900 ouvriers dont 300 mineurs proprement dits.

La production de galène riche, depuis 1896, a été en :

	tonnes.		tonnes.
1896 de	1,400	1899 de	2,800
1897	1,850	1900	1,700
1898	2,300		

Le fort recul de la production en 1900 tient au grand développement des travaux de recherches et des installations à la surface (voies ferrées, canaux, barrages de rivières, etc.).

Les mines de Braçal sont les premières mines de plomb du Portugal et les troisièmes mines métalliques du royaume, les deux premières étant Santo Domingos et Aljustrel.

Parmi les autres expositions particulières ayant obtenu une récompense, nous avons retenu celles des mines suivantes :

I. **Mines de cuivre.** — Exposants :

1° Société d'Aljustrel (société anonyme belge dont les capitaux permirent, il y a quelques années, la reprise des travaux de la très ancienne mine d'Aljustrel). — L'exposition de la Société comprenait des échantillons de pyrite à 2.5-3 p. 100 de cuivre et 45 à 48 p. 100 de soufre, et des photographies, accompagnées d'un plan des mines de Saint-Jean et d'Algares. La production minérale en 1900 a été de 100.000 tonnes environ, avec un personnel de 700 ouvriers (moyenne de l'année).

2° Société Pinto-Basto (Reynaldo Ferreira), à Lisbonne. — Nombreux échantillons de chalcopyrite provenant des cinq filons en exploitation. L'extraction de cette mine est encore peu active, à cause de son éloignement des voies ferrées; mais elle pourra se développer dès l'achèvement, qui est prochain, de la ligne Bragance-Mirandella.

3° Compagnie The Tinoca limited, à Lisbonne. — Échantillons de pyrite de cuivre, à teneur variant, disent les étiquettes, de 3 à 7 p. 100; puis plans, coupes et photographies de la mine de Tinoca (département de Portalegre, commune d'Arronches).

II. **Mines de plomb.** — Exposants :

1° Brassac de Saint-Hilaire (Étienne-Georges), à São Miguel d'Ache. — Galène accompagnée de blende. Extraction encore peu importante, à cause du manque de voies de communications au voisinage de la mine.

2° Cardoso (Joaquin-Domingos-Ferreira). — Galène à 65 p. 100 venant des environs de Coïmbra. La mine possède une laverie assez importante.

III. **Mine de fer.** — Exposition Scott and Telfer de Montemor o Novo. — Échantillons de limonite à 51 p. 100, provenant d'un gisement longtemps abandonné et repris depuis peu (Serra dos Monges).

IV. **Mine de mispickel.** — Exposant : The Anglo peninsular Mining and Chemical Cy limited, à São João da Madeira. — Gros blocs de mispickel et de pyrites arsenicales; échantillons d'arsenic. Cette Société possède cinq concessions, dont la production va croissant; elle a fait une installation complète pour le traitement mécanique et métallurgique des minerais.

V. **Mines de houille.** — Exposants :

1° Guimaraes et Bracourt, à Figueira da Foz. — Échantillons de houille provenant d'une petite mine où l'on fait actuellement des installations électriques.

2° Compagnie houillère de Passal-de-Baixo, à Gondomar, São Pedro da Cova. — Échantillons d'anthracite. On essaye d'utiliser ce combustible dans les foyers des moteurs à vapeur des industries du nord du Portugal.

3° Bento Rodrigues d'Oliveira, à São Pedro da Cova. — Anthracite en blocs provenant de la plus ancienne exploitation du Portugal; l'extraction est cependant peu importante aujourd'hui.

4° Velloso et Tait, à Villa Nova de Gaya. — Anthracite d'un gisement dont l'exploitation est toute récente.

VI. **Mines de wolfram.** — Exposants :

1° Almeida Silva-Pinto et Cª, à Lisbonne. — Minerais provenant d'un filon de 0 m. 30 dans des schistes cambriens intercalés dans des grauwackes à Covilhã. Teneur moyenne, 71 p. 100 de tungstène, exporté en Allemagne et surtout en Angleterre. La production est encore faible, l'exploitation étant récente (la laverie date de 1899).

2° Compagnie des mines de wolfram et d'étain, à Bragance. — Échantillons de cassitérite et de wolfram; petite exploitation portant sur un filon de 0 m. 25 à 0 m. 30 de puissance moyenne.

VII. **Mine d'étain.** — Exposant : Société nouvelle des étains de Bragance, à Texugueiras. — Nombreux échantillons de cassitérite, accompagnés de diverses photographies et de plans concernant les deux concessions de Texugueiras (75 hectares 69 ares) et de Termo y Logar de Paredes (53 hectares 71 ares). C'est la plus importante mine d'étain du Portugal au point de vue de la production.

VIII. **Mines d'antimoine.** — Exposants :

1° Compagnie de Gondomar, à Porto. — Échantillons de stibine et de quartz aurifères.

2° Gaspar Borges de Castro da Costa Leite. — Échantillons de stibine et de quartz aurifères, bruts ou lavés, et jolies photographies de la mine de Mont' Alto.

3° Antonio Martins da Silva, à Sever de Vouga-Pecegueiro. — Gros blocs de stibine des mines de Fojo et de Ribeira, dont les filons ont été reconnus comme riches.

4° Antonio Gomes da Silva, à Porto. — Échantillons de stibine provenant d'un gisement dont l'exploitation commencera après l'ouverture de la ligne Bragance-Mirandella.

IX. **Mines de manganèse.** — Exposants :

1° Herdeiros de Alonso Gomes, à Mertola. — Échantillons de polyanite et de pyrolusite, et plans du gîte de Ferragudo, la plus importante mine de manganèse du Portugal.

2° Mora et Lascelles, à Ferreira do Alemtejo. — Pyrolusite brute et lavée. Mine de faible production.

X. **Sel gemme.** — Unique exposant : Hippolyto de Fontes, à Rio-Maior. — Échantillons de sel gemme provenant d'une mine peu active.

COLONIES PORTUGAISES.

Leur exposition minière était fort restreinte et ne comprenait que quelques quartz aurifères de la Compagnie de Mozambique, des argiles et des roches de la province d'Angola, enfin du pétrole de Timor. Mais la notice officielle contenait quelques pages intéressantes relatives aux ressources minérales et à la géologie de ces colonies; nous allons les résumer en même temps qu'un volumineux rapport de M. Freire d'Andrade, ingénieur des mines, ancien élève de l'École des mines de Paris, ancien gouverneur de Lourenço-Marquez et directeur des services miniers de la Compagnie de Mozambique, rapport que M. S. Monteiro a bien voulu nous communiquer.

Les possessions portugaises d'outre-mer comprennent :

En Afrique, l'archipel du cap Vert, la Guinée portugaise, les deux îles Saint-Thomas et du Prince, avec l'établissement de Saint-Jean-Baptiste d'Ajuda, et surtout les deux provinces d'Angola et de Mozambique.

En Asie, la province de Goa (côte occidentale de l'Hindoustan) et celle de Macao, au sud de la Chine.

En Océanie, une partie de l'île de Timor.

Les deux colonies les plus importantes sont celles de Mozambique et d'Angola.

MOZAMBIQUE.

GÉOLOGIE.

En partant de la côte de l'océan Indien pour se diriger vers l'intérieur du pays, on rencontre successivement :

1° la zone des plaines (de 0 à 200 mètres) formée surtout par les alluvions du

Pungue, du Busi et du Zambèze. On y voit quelques lambeaux de schistes argileux, des calcaires jurassiques à bélemnites et des calcaires et marnes miocènes à nummulites;

2° un premier échelon, versant, parfois très rapide, d'un plateau intermédiaire : c'est la formation de Manica, qui repose sur un soubassement de roches cristallines (gneiss, granits, micaschistes); cette formation est parallèle à l'Océan et domine la vallée d'alluvions qui le longe; les granits et granulites s'y présentent, soit en filons formant des rangées de pics, soit en massifs; à l'ouest de Manica, en continuant à s'éloigner de l'Océan, on rencontre une zone intermédiaire, espèce de plateau ondulé, dont l'altitude moyenne est de 600 mètres et qui est recoupé par les deux fleuves Pungue et Busi;

3° en approchant de la frontière, on rencontre enfin, au-dessus de ce plateau, une longue rangée de montagnes formant une chaîne orientée du nord au sud et de laquelle se détachent des éperons, surtout vers l'est.

Cette chaîne limite le plateau rhodésien, dont le versant oriental est portugais. Il est marqué, lui aussi, comme le versant oriental de la première chaîne, par des soulèvements granitiques et granulitiques importants, formant soit des montagnes, soit des lignes de kopjes isolés.

A la base des versants orientaux des plateaux, on remarque une venue très importante de roches basiques, où prédominent les diabases et autres roches vertes dans le versant rhodésien, et les porphyres ou les mélaphyres dans le versant de la zone des gneiss. Parfois, ces roches sont criblées de géodes renfermant des opales et des améthystes.

En suivant la ligne du chemin de fer de Beïra, c'est surtout le gneiss et les roches granitiques que l'on rencontre. Puis, au-dessus des roches cristallines, viennent les schistes, mais en lambeaux isolés seulement, dont le plus important est celui de Manica; les autres s'étagent le long de la frontière dans la zone des plaines, notamment à Bomboo-Creek, où leur couleur très foncée avait fait croire à la présence du terrain houiller, surtout après la découverte des gisements, peu importants d'ailleurs, du Mufa et du sud de Tete, sur la rive droite du Zambèze, dans les concessions de la Compagnie de Mozambique; le houiller s'y présente sur une large étendue, sous forme surtout de grès situés à l'est des grès rouges sur lesquels est bâtie la ville de Sena. Ce terrain houiller est encore très mal connu.

Outre les granits et les gneiss, on trouve, dans les territoires de la Compagnie de Mozambique, les pegmatites, abondantes surtout vers Pungué, dans la région nord du Gold Field, et les porphyres granitoïdes au nord de la ligne de partage des eaux du Revue et de l'Inhamucavava. Les diorites sont plus rares; on en rencontre cependant près de la frontière, dans les vallées du Revue et du Vumba; les gabbros se montrent surtout vers la frontière, au nord du Mahungue ou dans le Dillondale, où ils passent à la serpentine. Les diabases sont les roches les plus abondantes (greenstone); elles se rencontrent soit en filons, soit en massifs importants, comme celui de l'Inhamissonga; le type le plus fréquent est la diabase ophitique, à grain très fin, compact et dur. Les diabases ren-

ferment souvent du fer oxydé, de l'augite, du labrador et, accidentellement, du fer chromé ou même de l'or dans les diabases du Zambuzi qui, en certains points, ont présenté une teneur de 20 onces d'or à la tonne. Les filons de diabase sont extrêmement nombreux dans le Goldbelt et allongés généralement suivant la direction nord-sud.

Les porphyrites, les mélaphyres et les péridotites se rencontrent surtout au nord-est et au sud-ouest du Goldbelt, presque toujours en dykes, dont les plus puissants sont ceux situés près de la frontière, entre les vallées du Muuène et du Zambuzi; les péridotites sont presque toujours transformées en serpentines, avec veines de chrysotile.

Au-dessus des gneiss et des granits, viennent les couches schisteuses, avec grès et quartzites intercalés.

Les schistes talqueux sont abondants dans la vallée du Muza et dans le Chimezi Reef.

Les grès siliceux, intercalés dans les schistes, sont très développés au nord-est du Gold Field; ils forment la gorge traversée par la rivière Muza et se prolongent par le Dromedario jusqu'au Rock bordant le Goldbelt, au delà duquel prédominent les schistes lustrés. Ces grès sont à texture variable, le plus souvent compacts et à grain fin.

Outre les grès siliceux, il y a aussi, intercalés dans les schistes, des conglomérats formant des bandes parallèles, dirigées de l'est à l'ouest, avec légère déviation au sud; une première bande affleure près des claims du Chimezi Reef, où elle est séparée du granit par des schistes à séricites; elle se prolonge vers l'ouest par le Vengo, par la vallée du Rongue-Rongue (sur la rive sud) et au nord des claims Crésus; une deuxième bande passe au sud du Chiromiro et suit les monts Maritza et Penhalonga; une troisième, moins importante, affleure au nord d'Andrada.

On peut distinguer deux sortes de conglomérats, suivant les fragments qu'ils renferment et le ciment qui les réunit : les uns sont formés de fragments de schistes avec ciment où prédominent les roches chloriteuses et argileuses; les autres sont des fragments de quartz liés par un ciment quartzeux très dur. Ces conglomérats sont abondants près de Chiromiro et sur le versant sud du mont Maritza. Les fragments roulés dépassent rarement 0 m. 10; ils contiennent fréquemment de la pyrite de fer en abondance. Ces conglomérats sont analogues à ceux du Transvaal, mais ils ne contiennent pas d'or exploitable.

Quant aux quartzites, intercalés comme les grès dans les couches schisteuses du Gold Belt, ils forment des bandes, blanches ou rougeâtres, séparées par des veines d'hématite compacte ou de fer oxydulé à cristaux très fins et enchevêtrés; ces veines ferrugineuses ont une épaisseur variant de 1 millimètre à 2 centimètres; quelques-unes d'entre elles ont été exploitées par les indigènes.

D'autres quartzites intercalés, beaucoup moins fréquents, sont remarquables par leurs inclusions vertes, cuivreuses. Ces quartzites affleurent près de Revue, en amont de son confluent avec le Chua, au voisinage du Dromedario (claims Dillon, renfermant, d'après M. Freire d'Andrade, de 0,5 à 2,5 p. 100 de cuivre).

Alluvions aurifères de la Compagnie de Mozambique. — Les ingénieurs qui les ont étudiées sont unanimes à reconnaître la pauvreté en or de ces alluvions. Les anciens grands travaux dont elles présentent encore des traces doivent s'expliquer surtout, semble-t-il, par le bas prix de la main-d'œuvre cafre, dont le renchérissement progressif arrêta peu à peu l'exploitation.

Les vestiges d'anciens travaux montrent encore que le fer a été exploité aussi dans la région de l'or; on a retrouvé beaucoup de scories ferrugineuses, fort mal épuisées d'ailleurs, à cause de leur haute teneur en silice et du manque absolu de castine dans la contrée.

Les travaux récents remontent à 1892, époque où les Cafres lavaient encore les alluvions aurifères; aujourd'hui, ils ont à peu près abandonné cette industrie, à cause de son très faible rendement, inférieur au salaire qu'ils peuvent facilement gagner autrement dans le pays.

Comme tentatives européennes de lavage des alluvions aurifères, il faut citer celle de MM. Pierrino et Georges Joseph, dont les sluices du Haut-Mahungue donnèrent quelques résultats; puis celle, malheureuse d'ailleurs, de la «African Alluvial Gold Mining C° limited».

Enfin, tout récemment, les alluvions du Manica ont pu être exploitées avec un certain profit à cause d'un bon marché passager de la main-d'œuvre. La Compagnie de Mozambique songe à reprendre l'exploitation aurifère, mais avec les procédés de dragage employés en Nouvelle-Zélande et en Australie. Déjà M. Freire d'Andrade a fait commencer quelques travaux de recherches dans les alluvions du Zambèze, du Muza et du Revue; deux dragues ont été amenées, qui pourront bientôt fonctionner.

Dans la région du Zambèze, M. Lloyd fit creuser plusieurs puits dans les alluvions de ses concessions : «Maria-Adélaïde» et «Lloyd's Alluvial», qui ont donné quelques résultats au point de vue aurifère.

Enfin, M. White, l'ingénieur bien connu en Rhodésie, fit quelques essais dans le bassin du Zambèze, où il prit une option.

De l'ensemble de tous ces divers travaux, M. Freire d'Andrade conclut que les alluvions les plus riches sont celles du Muza, puis celles du Zambèze, enfin celles du Revue.

Partout, la composition du terrain est la suivante :

1° une couche stérile de sables argileux, avec, parfois, des intercalations d'argile et de gravier (puissance : 9 à 12 pieds);

2° la couche de gravier aurifère (3 à 12 pieds);

3° enfin, le *bed-rock*, formé de schistes talqueux.

La présence fort gênante de blocs dans les accumulations stériles est fréquente (ces blocs pèsent souvent jusqu'à 400 kilogrammes), mais par contre le bed-rock est, en général, assez favorable au travail par dragues. La plus grande partie de l'or alluvionnaire (environ 80 p. 100) se rencontre dans les crevasses du bed-rock ou dans les couches de gravier qui le surmontent immédiatement. Lorsque le bed-rock est tendre, les dragues peuvent le creuser jusqu'à environ 0 m. 20.

Afin d'attirer les capitaux et les mineurs dans le pays, M. Freire d'Andrade, comme gouverneur de la province, suspendit la loi sur les mines, qui ne permet que le piquetage d'un claim, avec redevance d'une livre sterling par mois. Depuis, plusieurs concessions ont été demandées, dont une de 300 claims.

Le Revue est une rivière d'un assez faible débit; c'est cependant dans sa vallée que les prospecteurs sont surtout venus, à cause de la forme particulière de son lit, en général encaissé, qui permet de faciles et économiques barrages.

Gisements aurifères de Manica. — Ce sont des filons presque toujours intercalés dans des schistes talqueux; ils appartiennent à la catégorie des filons-couches et sont presque toujours en chapelet; leur puissance atteint parfois 12 mètres, mais la richesse en or augmente quand la puissance diminue.

Les filons se ramifient souvent, surtout aux changements de roches encaissantes; leur direction générale est à peu près E.-O. Une indication utile est donnée aux prospecteurs par la présence de quartzites et surtout de certains bancs métamorphisés, noirâtres ou verdâtres, très durs, appelés « barres » et qui sont parallèles aux filons aurifères.

Les filons principaux est-ouest sont recoupés par un réseau secondaire, parfois assez riche en or, comme le filon Firenze (sur la rive gauche du Rongue-Rongue) et dont les épontes d'argile colorée en rouge par le fer renferment des points de concentration d'or.

Le quartz formant le remplissage des filons est d'aspect très variable; le plus riche en or est celui coloré par le fer; il a donné jusqu'à 27 onces d'or à la tonne.

Près de Muza-Reef, le filon du syndicat *Cap. Andrade* présente un quartz ressemblant à de l'albâtre, que tous les prospecteurs considéraient à tort comme stérile. Mais c'est une exception, et le type du quartz aurifère de Manica est un quartz bleuté, caverneux, coloré en rouge par l'oxyde de fer provenant de l'altération des pyrites; en profondeur, la couleur rouge disparaît, les pyrites étant inaltérées.

C'est surtout dans le quartz des affleurements que l'or est visible; il a été exploité autrefois; les puits, très nombreux, qui subsistent, ne descendent jamais plus bas que le niveau de l'eau souterraine. D'anciens textes montrent que ces puits remontent au moins au xve siècle.

Outre l'or et la pyrite, les filons quartzeux contiennent, mais de façon tout à fait irrégulière : galène, stibine, blende, azurite, malachite, pyromorphite et oligiste.

Les concentrations les plus riches ont atteint 30 onces d'or à la tonne, mais elles sont exceptionnelles et accidentelles. Les principaux filons sont : Guyfawkes (qui a donné 5,250 onces d'or pour 7,338 tonnes de quartz traité), Firenze, Pirates, Justus Chimezi, Bragança et Richmond.

C'est dans le chapeau de ces filons qu'ont été trouvés les plus beaux échantillons de quartz aurifère.

La direction générale des filons déjà reconnus est parallèle aux éperons montagneux qui forment trois zones principales : la première suit la colline du Lion; ses filons renferment les claims Lion, Lucinda, Aurefito et Manyate. Plus au nord est la deuxième

zone, celle de Penhaloaga, avec les claims Revue et Syndicat. La troisième est celle du Chimezi, avec les filons Bragança, Richmond et Chimezi. Cette dernière fut signalée en 1898 par M. Freire d'Andrade; elle s'est depuis couverte de claims.

Jusqu'à présent, les travaux sont nombreux, mais peu importants.

Territoires de la Compagnie de Mozambique en dehors de la région de Manica. — Ces territoires comprennent d'abord une zone de plaines, formée par les alluvions des quatre grands fleuves : Zambèze, Pungue, Busi et Sabi, qui, tous, débordent de leurs lits pendant la saison des pluies.

Cette région est très malsaine, par suite de ses alluvions argileuses et de ses marais.

En s'éloignant de la côte, le sol se relève progressivement, et les affleurements montrent surtout des gneiss, avec cependant aussi des calcaires, à la jonction du Busi et du Revue (marbres de la Compagnie coloniale du Busi).

Au sud du Save, sur la rive gauche du Govuro, la plaine, sableuse et gréseuse, s'élève lentement jusqu'à la frontière, dès le bord de l'Océan; le manque absolu d'eau rend cet immense pays presque inhabitable, sauf au bord de ses trois fleuves : Save, Govuro, Limpopo.

Les nombreux et puissants filons de quartz qui traversent les gneiss sont parfois aurifères, mais insuffisamment, croit-on, pour permettre une exploitation industrielle, sauf peut-être dans le Chimanimani et dans le versant oriental du Chimoio.

Lourenço-Marquez et Inhambane. — Au sud des territoires de la Compagnie de Mozambique se trouve le district portugais d'Inhambane, presque entièrement formé par des sables pliocènes, qui se prolongent dans le district de Lourenço-Marquez, où ils sont superposés à des couches marneuses à Ostrea crassissima et à Cérithes.

Ces sables pliocènes sont blancs et mouvants, parfois ferrugineux ou argileux, et passent à des grès tendres, qui ont servi de pierres de construction à Lourenço-Marquez pendant quelque temps.

Seuls, les fleuves Incomati, Limpopo, Ualuisi et Inharrime rompent la monotonie de cette large étendue, dont les dépressions, rendues imperméables par les argiles amenées par les eaux des rivières, forment des marais insalubres.

Plus près de la frontière, peu à peu, le terrain change. D'abord vient une longue bande de conglomérats de plus en plus ferrugineux qui, depuis la jonction des deux fleuves Pafuri et Limpopo, s'étend presque sans interruption jusqu'à l'Incomati. Ce sont des conglomérats à galets siliceux et à ciment silico-argileux.

La frontière entre le Mozambique et le Transvaal est marquée par la chaîne des Libombos, formée de roches éruptives, où les microgranites compacts prédominent. L'aspect varie tout le long de la chaîne, ainsi que la structure.

Les monts Libombos renferment du quartz, du pyroxène, de l'orthose et de l'oligoclase. Avec le quartz, c'est le pyroxène qui est le plus abondant; sa couleur est vert d'herbe ou vert jaunâtre. On y a trouvé aussi du rutile et du fer titané.

Près du mont Kulnman, les pechsteins, en coulées presque horizontales, noirs et brillants, ont été pris souvent par les voyageurs pour de la houille.

Au nord du fleuve Singwedsi, les microgranites disparaissent pour reparaître plus au nord, en suivant la direction de la chaîne des Libombos; ils constituent une large barrière rocheuse à travers laquelle le Save a taillé son lit en formant des rapides.

Les mélaphyres se rencontrent près du fleuve Incomati; ils sont coupés par la ligne du chemin de fer de Lourenço-Marquez à Prétoria; leurs nappes, très étendues, facilement désagrégées, contiennent de l'olivine, de l'augite, du labrador et du fer titané; l'olivine est, en général, serpentinisée.

Dans le district d'Inhambane, comme dans celui de Lourenço-Marquez, les alluvions modernes recouvrent de larges espaces, présentant des marais et des lagunes semblables à celles du Pungue et du Busi. Ces alluvions s'étalent surtout dans la vallée du Limpopo et dans celle de son affluent, le Ualuisi, dont le cours est d'une grande lenteur.

PROVINCE D'ANGOLA.

La Commission Provinciale d'Angola avait exposé divers échantillons de roches et d'argiles recueillis entre Benguella et Catoco.

De plus, sous vitrine figuraient, dans l'exposition du Gouvernement, les deux ouvrages :

1° de Paul Choffat et P. de Loriol (*Coup d'œil sur la géologie de la province d'Angola*), Lisbonne, 1895;

2° de Jacintho Pedro Gomès (*Note sur les roches recueillies entre Benguella et Catoco, province d'Angola*), Lisbonne, 1898.

Voici, très brièvement résumées, les connaissances actuelles, au point de vue géologique et minier, concernant cette colonie portugaise.

La province d'Angola peut se diviser en quatre régions naturelles :

1° une partie de la région des grès formant le bassin du Congo et le sud de ce bassin;

2° une partie de la bande schisteuse de l'Ouest Africain;

3° une plaine basse entre cette bande et l'Océan;

4° une zone comprenant Ambaca, Pungo-Andongo et Malange, formée par les grès du *Karoo*, quoiqu'elle soit à l'est de la bande occidentale des roches cristallines, laquelle est comprise entre Zenza-do-Golungo et Ambaca.

Les grès du Karoo non seulement existent dans la région de Pungo-Andongo, où ils forment de curieux rochers, mais ils ont été encore reconnus au pied occidental de la bande schisteuse, et, entre Cambanbe et Dondo, ils contiennent quelques lambeaux de terrain houiller.

A Libungo, il y a des grès bitumineux. Quant aux grès du Dombe, au sud de Benguella, il n'est pas certain qu'ils ne soient pas crétacés; ils sont rouges, bigarrés et contiennent du soufre, du gypse et du cuivre.

Les grès de Dombe sont recouverts par les calcaires crétacés, dont les échinodermes ont été étudiés par M. de Loriol, et les autres fossiles par M. Paul Choffat, sur les échantillons rapportés par M. LourençoM alheiro. M. Stanislas Meunier a aussi examiné quelques fossiles provenant de terrains voisins de la baie de Lobito.

Le tertiaire a été reconnu depuis l'Équateur jusqu'au cap Negro, au sud de Mossamédès, où la présence du miocène est incontestable, sinon celle du pliocène. A Loanda, il est formé par des sables contenant des bancs de molasse. Il en est de même à Mossamédès et, plus au sud, sur les rives du Coroca.

M. Schlumberger a reconnu comme miocène un calcaire dur oolithique, avec *strombus*, de Dombe-Grande, et des marnes feuilletées à nombreux foraminifères.

Comme roches éruptives modernes, on ne cite que le basalte néphélinique de Dombe-Grande, la liparite de M. J. P. Gomès, le basalte du nord de Mossamédès (S. Nicolau) du Dr Höpfner, et le trachyte trouvé avec le basalte par M. J. Monteiro dans le *concelho* du Duque de Bragança.

D'après M. J. Monteiro, l'Angola, vu de la mer entre Mossamédès et Benguella, présente des collines de basalte d'une hauteur de 200 à 300 pieds; il y signale encore le trapp, qui se trouverait en outre dans les régions d'Icolo, de Bengo et de Zenza.

Minerais de la province d'Angola. — Ils sont encore fort peu connus. On a signalé des minerais :

1° d'argent, dans la Jinja, sur la rive gauche du Lucalla;

2° de cuivre, dans les grès de Dombe, d'où l'on a extrait de la malachite; l'ingénieur des mines J. M. do Rego Lima a découvert aussi de la malachite sur la rive gauche du Giraul; ses gisements se trouvent dans une roche porphyrique que l'on aperçoit dans l'échancrure creusée par la rivière et où l'on peut remarquer des excavations dues aux indigènes;

3° de plomb, à Mossamédès;

4° de fer, qui serait abondant sous forme de magnétite, d'oligiste ou de limonite dans toute la province.

La houille a été signalée en divers points, notamment dans la vallée du Cuanza, mais aucun de ses gisements n'a été reconnu.

Des sources thermales existeraient à l'est de Mossamédès, au pied de la chaîne de terrains anciens.

Au sud du bassin du Congo, on retire du sel des marais de Quissama; on parle aussi d'un gisement de sel gemme en cet endroit.

L'or existe dans les concelhos de Golungo-Alto, Quillenguès, Caconda et Huilla. C'est au premier de ces concelhos qu'appartiennent les gisements de Lumbige, pour lesquels on a formé plusieurs compagnies d'exploitation.

Depuis 1895, d'autres découvertes au point de vue aurifère ont été signalées, par exemple dans les vallées du Mucuni et du Saïona, sur le versant ouest de la chaîne de Chella et, au sud, dans la vallée du Yabo, tributaire du Cunène.

IMPRIMERIE NATIONALE.

L'or a été reconnu aussi, dit-on, dans la région située entre Cassinga au nord et Handa au sud, qui forme la partie moyenne du bassin du Chitanda, autre affluent du Cunène.

M. do Rego Lima a étudié rapidement certains points de la vallée du Chitanda et de ses tributaires : Calonga, Camène et Candambala.

Le Chitanda coule d'abord dans des roches granitiques, puis dans des alluvions formées par les crues de la rivière.

Le pays est plat. son sous-sol granulitique, blanc ou grisâtre, à grain fin ou moyen; l'examen en lames minces a montré la présence de l'oligoclase, de l'orthose, du microcline et du quartz avec, parfois, du zircon, de l'apatite, du sphène et des grenats.

A Bundambungo, les alluvions ont été trouvées généralement stériles. La région est cependant une des plus riches en filons de quartz, soit isolés, soit se succédant à de faibles intervalles dans une même direction. Quelques-uns de ces filons ont une longueur de 2 kilomètres; leurs affleurements sont caractérisés par des crêtes, dont chacune correspond à un élargissement du filon.

A 2 kilomètres en aval de Bundambungo, le long du Chitanda, la région de Mocanhangua, également plate, a un sous-sol formé de granulite et de diorite. Là, la granulite est à grain plus gros qu'à Bundambungo; elle est plus riche en quartz et son altération est plus accusée; un dyke de porphyre pétro-siliceux la recoupe. Quant aux filons de quartz aurifères, ils forment trois directions, dont la principale est E. O.; ils sont mouchetés de pyrite à Mocanhangua. Sur les 7 échantillons de quartz pris par l'ingénieur do Rego Lima dans les divers filons, 4 ont été reconnus aurifères.

En continuant à descendre le Chitanda, on rencontre M'Popo, dont le sous-sol est constitué par des grès et des schistes en bancs plissés.

Dans cette région, les filons de quartz sont rares et restreints; mais des essais à la batée ont prouvé qu'ils étaient aurifères, connue les alluvions, où quelques travaux ont été pratiqués. La distribution de l'or y est fort irrégulière, tout en ne dépassant pas quelques grammes à la tonne.

Un affluent de droite du Chitanda, appelé Candambala par les indigènes, a été étudié par M. do Rego Lima.

Le sous-sol de sa région est composé de schistes rougeâtres peu fissiles, presque verticaux.

Les grès et les schistes de M'Popo se prolongent jusqu'à la vallée du Camène, où ils ont été reconnus par M. do Rego Lima sur une étendue de 4 kilomètres; ils en forment la partie inférieure, et les granulites la partie supérieure. Quant aux dykes de roches éruptives, ils sont fréquents et remarquablement compacts. La granulite présente le même caractère qu'à Mocambamba; sa coloration est rougeâtre. Les filons de quartz sont très nombreux, mais limités à une bande étroite de chaque côté de la rivière; leur quartz est riche en oxyde de fer. Neuf essais à la battée ont été faits

avec des échantillons provenant de 9 filons différents : 2 seulement ont donné de l'or. Le champ aurifère de Cuvelai s'étend sur les deux rives de cette rivière et des deux côtés du chemin allant de Hando à Cassinga. Le pays est bas, couvert de hautes futaies. Les couches sous-jacentes ne sont visibles que dans les ravins de la rivière; on y peut reconnaître une granulite à grain fin et résistant et d'autres roches granitiques; le tout est recouvert de sable et de galets. Tout le terrain, d'ailleurs, depuis M'Popo, est granitique. Les filons de quartz sont peu nombreux; un seul a été reconnu aurifère, et les alluvions n'ont donné aucun résultat à la battée.

Une partie des rives de la rivière Katanga a été suivie par M. do Rego Lima, près des montagnes Oléma et Cha-Motete, qui sont séparées par la vallée de Majina. Là, les diorites et les diabases semblent prédominer avec des filons granulitiques et quartzeux. Parmi ces derniers, deux surtout sont importants par leur développement et leur puissance (jusqu'à 3 m. 700). Sur trois échantillons soumis à la battée, un seul donna de l'or.

Quelque sommaires que soient les données recueillies en un voyage rapide par M. do Rego Lima dans cette vaste région aurifère, elles suffisent cependant à prouver qu'elle est au moins digne d'une étude approfondie.

ROUMANIE.

La Roumanie exposait dans son pavillon officiel et à Vincennes. C'est à l'Annexe de Vincennes que se trouvait, en effet, un petit pavillon spécial où l'on avait réuni les documents, tableaux, échantillons et appareils relatifs au pétrole, à ses gisements et à son exploitation.

Au quai d'Orsay, dans le pavillon officiel, on avait disposé les expositions particulières et officielles relatives aux mines et carrières.

En dehors des expositions officielles des salines et du pétrole, nous n'aurons guère à citer que quelques échantillons :

Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie (Service des mines et carrières). — Exposait des échantillons et documents sur la production minérale de la Roumanie. Ce service est chargé de contrôler la richesse minière, c'est-à-dire d'exercer le contrôle administratif et de police minière sur toutes les exploitations minières du pays, d'étudier les concessions à accorder sur les propriétés particulières, de fixer la redevance due à l'État, conformément à la loi et d'établir la statistique des mines.

Le service des mines dessert en même temps les domaines de l'État pour tout ce qui a trait à l'administration et à l'exploitation en régie des mines de l'État. Le chef de ce service est un ingénieur des mines, assisté de neuf ingénieurs des mines dont deux sont chargés de diriger les exploitations en régie sur les domaines de l'État; un troisième a l'inspection des régions minières; les trois autres veillent à l'application de la loi dans les circonscriptions qui leur sont attribuées.

Plus tard un autre ingénieur, avec agents spéciaux, sera chargé du contrôle des machines à vapeur.

Ce service a constaté actuellement neuf régions minéralisées en Roumanie, dans lesquelles les principaux gîtes métallifères sont :

Les pyrites et les chalcopyrites de Valea-lui-Stan, à 4 kilomètres de Brezoion. A la surface de ces gisements, on a constaté dans le quartz désagrégé de l'or natif provenant de la décomposition des pyrites, qui sont aurifères et qui contiennent de 15 à 20 grammes d'or à la tonne, avec un contenu moyen de 4 p. 100 de cuivre;

Les minerais de Salistea donnant jusqu'à 100 grammes d'or à la tonne;

Le minerai pyriteux de Ciunget, composé de pyrrhotine, pyrite et chalcopyrite et qui apparaît en masses lenticulaires dans les schistes amphiboliques;

Les minerais de cuivre de Badeanca (Mouscel), dans les schistes cristallins;

Le filon de galène argentifère et de blende de Fagetselul (Mouscel);

Le minerai de cobalt et de bismuth du ruisseau Iocilov (Mouscel);

Les minerais de Lozova contenant : 10 p. 100 de cuivre, jusqu'à 20 p. 100 de fer et des traces de manganèse;

Les hématites de Carapelite : 59 p. 100 de fer et traces de manganèse;

Les échantillons de Altân-Tépé : 60 p. 100 de fer, 11 p. 100 de manganèse et 4 p. 100 de cuivre.

Plusieurs concessions ont été accordées dans les régions métallifères du département de Toultchea et les travaux d'exploration sont ici en pleine activité.

Charbons fossiles. — On a découvert plusieurs sortes de charbon dans le sous-sol roumain.

Les lignites affleurent en de très nombreux points du pays, dans les formations géologiques supérieures au sarmatien. Ils occupent de grandes surfaces; leur pouvoir calorifique est de 3,200 calories en moyenne.

En plusieurs points, le lignite forme l'objet d'exploitations dont la plus importante est celle que l'État a entreprise à Margineanca (Dâmbovitsa). La consommation de ce combustible va en augmentant et l'extraction, qui était de 18,000 tonnes en 1897, s'est élevée à 87,000 tonnes en 1899.

Le lignite trouve son emploi surtout dans le chauffage des locomotives de chemin de fer, où il est employé avantageusement à l'état de mélange avec des résidus de pétrole, qui augmentent beaucoup le pouvoir calorifique.

La houille, ou plutôt une houille limite, se trouvant dans le lias et donnant jusqu'à 7,300 calories, se rencontre dans la région de Brandusha et Piscul-cu-Bradsi (Dâmbovitsa).

Une concession a été prise dernièrement pour l'exploitation de ce combustible.

L'anthracite a été découvert à Skéla (Gorj), dans de puissantes couches, dont les échantillons ont donné à l'analyse 88.60 p. 100 de cuivre et, après l'élimination de l'eau de carrière, 98 p. 100 de cuivre.

Pétrole. — L'exploitation du pétrole a pris en Roumanie, depuis quelque temps, un

notable développement, grâce aux facilités de transport vers le centre de l'Europe, par le Danube, et dans le bassin de la Méditerranée ou vers Suez, par la mer Noire.

Les terrains pétrolifères, situés en général de 250 à 500 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer, s'étendent, sur le versant méridional et oriental des Carpathes, depuis Govora, dans le district de Vâltchéa, jusqu'à Varatécoul, dans le district de Néamtsou, et embrassent, d'après la communication faite par M. l'ingénieur en chef N. Coucou au Congrès du pétrole à Paris, une superficie de 400 kilomètres de long sur environ 20 kilomètres de large, soit une étendue totale de 80,000 hectares.

Le pétrole se trouve : en Moldavie, dans l'éocène (à grandes nummulites), dans les schistes de Tîrgu-Ocna (appartenant probablement à l'éocène supérieur ou à l'oligocène inférieur, à petites nummulites), dans la partie inférieure des schistes nummulitiques (oligocène) et dans la formation salifère miocène.

En Monténie, contrairement à l'opinion générale, il semble que l'éocène supérieur et l'oligocène peuvent être aussi pétrolifères; mais les exploitations actuelles se trouvent dans des formations plus récentes, à savoir : dans le salifère miocène, dans les couches sarmatiques, dans l'étage méotique (couches à *dosinia exoleta*), dans les schistes à *congéries* et dans les couches à *bifarcinata*.

D'ailleurs il faut noter que chaque zone pétrolifère réunit à peu près deux ou trois des étages ci-dessus mentionnés.

Les pétroles roumains se composent presque exclusivement de carbone et d'hydrogène.

On n'a constaté dans ces huiles que des traces de corps oxygénés et de minimes quantités de soufre et d'azote. Leur composition chimique varie entre 86.17 de carbone avec 13.79 d'hydrogène (pétrole de Campéni) et 87.57 de carbone avec 11.37 d'hydrogène (pétrole d'Ocnitsa).

La couleur des pétroles roumains varie du jaune clair et du rouge clair transparent au brun et au noir opaque. La caractéristique commune à tous est leur fluorescence verdâtre.

Leur densité est comprise entre 0.7833 (pétrole de Cîmpeni) et 0.9050 (pétrole de Sarata-Tohani). Leur point d'ébullition varie entre 25 degrés et 62 degrés.

Soumis à la distillation, les pétroles bruts roumains donnent en poids les produits suivants :

1° Essences légères, distillant entre 0 degré et 150 degrés, de 0 p. 100 (Sarata-Tohani) à 49.12 p. 100 (Slobozia-Vrajitoarea);

2° Huiles lampantes, distillant entre 150 degrés et 300 degrés, de 28.32 p. 100 (Slobozia-Vrajitoarea) à 46.89 p. 100 (Cîmpeni);

3° Résidu, au-dessus de 300 degrés, de 13.37 p. 100 (Cîmpeni) à 58.12 p. 100 (Sarata-Tohani).

On a constaté que les pétroles les plus riches en benzine sont ceux de Platoul-Téléajéu, de Slobozia-Vrajitoarea, de Poiana-Verbiléou, d'Apostolake et de Cashin (plus de 20 p. 100) et que les plus riches en huiles lampantes sont ceux de Cîmpeni, de Poiana-Verbiléou et de Berca.

Tous les pétroles roumains contiennent plus ou moins de paraffine (de 15 à 29 p. 100 de la proportion de résidu).

Bien qu'il fût connu avant l'année 1640, le pétrole n'a été exploité en Roumanie, d'une manière suivie, qu'à partir de 1859, année dans laquelle la statistique accuse une exportation évaluée à 150,114 francs.

L'exploitation a sans cesse augmenté, et, dans ces dernières années, elle a pris un remarquable développement.

Voici, en chiffres ronds, la production pour quelques années :

	tonnes.		tonnes.
1863	3,600	1873	14,000
1865	5,000	1895	80,000
1867	7,000	1897	150,000
1869	8,000	1899	300,000
1871	12,500		

L'extraction du pétrole se fait en Roumanie à l'aide de puits à large section pour des profondeurs allant parfois jusqu'à 150 mètres et au moyen de forages à la sonde pour des profondeurs jusqu'au delà de 400 mètres (sondage américain très employé).

A la fin de l'année 1898, le nombre des puits et des sondages se répartissait comme suit :

DISTRICTS PÉTROLIFÈRES.	PUITS		SONDAGES	
	PRODUCTIFS.	IMPRODUCTIFS.	PRODUCTIFS.	IMPRODUCTIFS.
Dâmbovitsa	107	35	"	"
Prahova	355	410	24	37
Bouzéo	87	3	4	10
Bacau	8	114	40	8
TOTAUX	557	562	68	55

Un grand nombre d'usines traitent le pétrole brut dans le but d'en extraire les benzines, motorolines, pétroles lampants, huiles minérales de graissage, paraffines, etc.

Au 1er mars 1900, le nombre de ces usines était de 80.

Les échantillons et documents de l'exposition officielle roumaine illustraient ces richesses minérales.

Nous devons les renseignements intéressants qui précèdent à l'obligeance de M. Coucou, ingénieur et commissaire spécial.

Direction générale des Monopoles de l'État (Service des Salines). — Exposait des rapports sur l'exploitation des gisements de sel, statistiques, plans, modèles, coupes géologiques, etc., ainsi qu'un bloc de sel gemme de 10 tonnes. Une carte géologique de la Roumanie était jointe à cette exposition.

Les gisements roumains de sel gemme (fig. 87 et 88) sont d'une grande richesse. Ils s'étendent, le long des Carpathes, sur une distance d'environ 150 kilomètres, et se trouvent dans le tertiaire, enclavé dans des alluvions et éboulis, des tuffs dacitiques, des terrains sarmatiens, helvétiens et gypso-paléogènes. On a trouvé dans ces terrains beaucoup de fossiles, ainsi que de nombreuses traces de poissons, d'insectes et de feuilles de

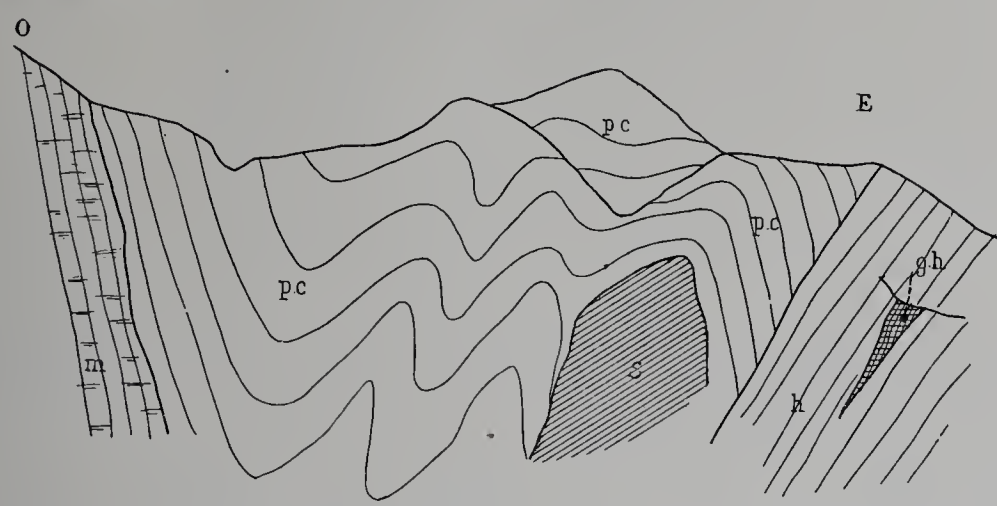


Fig. 87. — Coupe au travers de la Zabala à Nereja.

h. Helvétien. — m. Schistes menilitiques. — s. Sel gemme. — gh. Gypse dans l'helvétien.

diverses plantes, des débris végétaux, bois fossiles carbonisés ou lignites souvent à l'état bitumineux. Dans certaines localités, le gisement est serré et discontinu; dans d'autres, il se trouve en grands dépôts lenticulaires.

Des deux côtés du gisement, il y a des ramifications.

Le sel gemme suit dans sa masse les ondulations des terrains qui forment son toit

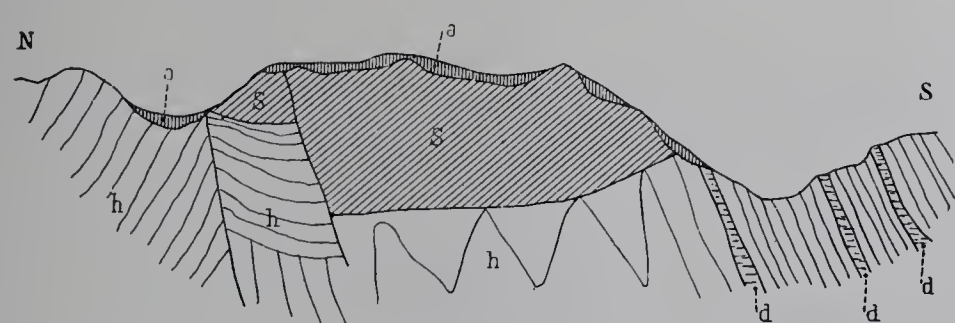


Fig. 88. — Coupe au travers du massif de sel de la mine de Lopatari.

a. Alluvions et éboulis. — s. Sel gemme. — h. Helvétien. — d. Tuf dacitique.

(10 à 33 mètres d'épaisseur). Après ce toit, le gisement salifère commence en une seule masse homogène de sel gemme pur, dont la puissance est évaluée de 250 à 300 mètres, et même plus dans les dépôts lenticulaires.

Au nord du Bouzéo, le sel se rencontre en affleurements. C'est là que se trouve le mont Silanic, entièrement formé d'immenses couches de sel gemme et complètement dépourvu de végétations.

L'État, qui a le monopole du sel, exploite quatre mines : Doftana (fig. 89) et Slanic dans le district de Prahova, Tirgou-Ocna (fig. 90) dans celui de Bacau, et Ocnele-Mari (fig. 91) dans celui de Vâltchéa.

Voici la composition chimique du sel extrait de ces mines :

PRODUITS.	TIRGOU-OCNA.	SLANIC.	DOFTANA.	OCNELE-MARI.
Chlorure de sodium.....	99.1610	99.6775	98.6631	98.0524
Sulfate de sodium.....	0.0379	//	0.0343	0.1741
Sulfate de calcium.....	0.3512	0.1007	0.5832	0.9028
Eau en inclusion.....	0.0800	0.0827	0.0707	0.3402
Carbonate de calcium....	0.2804	0.1576	0.1235	0.7639
TOTAL des parties fixes...	99.9105	100.0184	99.4748	100.2334
Gaz par kilogramme de sel.	//	$11^{c3}36$	$29^{c3}84$	//

L'exploitation des mines de sel appartient à l'Administration de la régie des monopoles de l'État.

Voici, dans le tableau qui suit, la production de quatre mines de l'État, ainsi que la consommation intérieure et l'exportation pour les cinq dernières années :

ANNÉES.	PRODUCTION.	CONSOMMATION INTÉRIEURE.	EXPORTATION.
	kilogrammes.	kilogrammes.	kilogrammes.
1895.....	85,816,189	54,820,600	33,508,706
1896.....	86,388,754	59,267,111	30,931,524
1897.....	102,484,660	60,619,271	38,482,903
1898.....	112,650,504	62,243,652	36,845,000
1899.....	108,079,527	65,330,736	35,861,988

L'exportation du sel roumain se fait en Serbie, en Bulgarie et en Russie.

Le prix moyen du sel, aux salines, est de 95 francs par tonne pour la consommation intérieure; pour l'exportation, le prix, ne dépasse pas 40 francs la tonne.

L'ancienne exploitation se faisait par excavations coniques à évasement variable atteignant des bases de 75 et 80 mètres.

Dans les nouvelles exploitations on emploie la méthode par piliers et galeries.

Nous joignons à cette notice des coupes géologiques schématiques, donnant la constitution géologique et la disposition des mines salifères des principaux gisements roumains.

Société Steana Romana, à Bucarest; **Société néerlandaise Amsterdam**, à Bucarest. — Ces deux sociétés exploitent des gisements importants de pétrole et avaient exposé des pétroles bruts et des appareils de sondage. Nous regrettons de n'avoir pas eu de renseignements précis sur leurs exploitations.

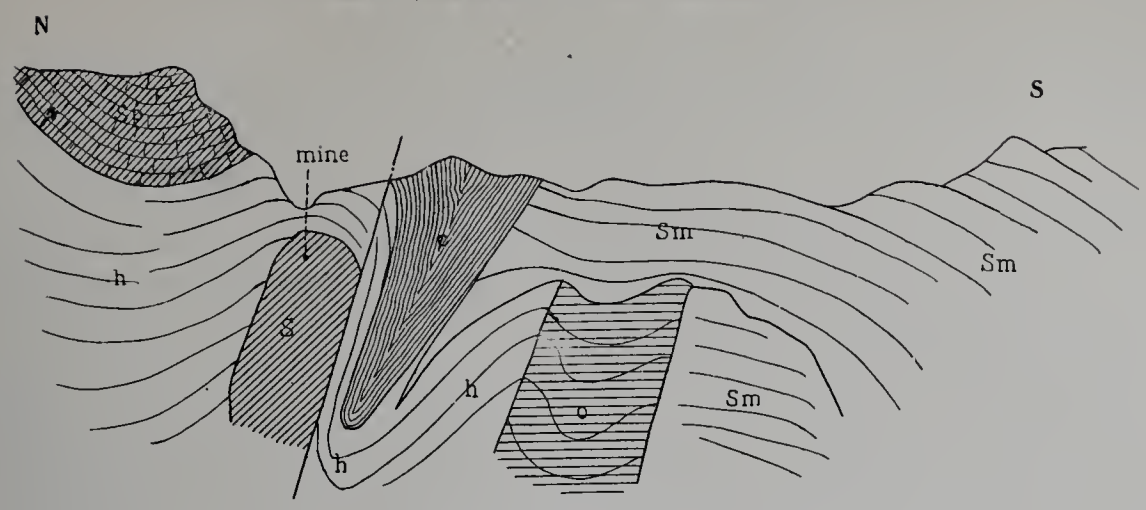


Fig. 89. — Coupe des vallées Doftana et Telega.

Sp. Couches maetriques. — h. Helvétien. — c. Pontien. — o. Oligocène. — Sm. Couches méotiques.

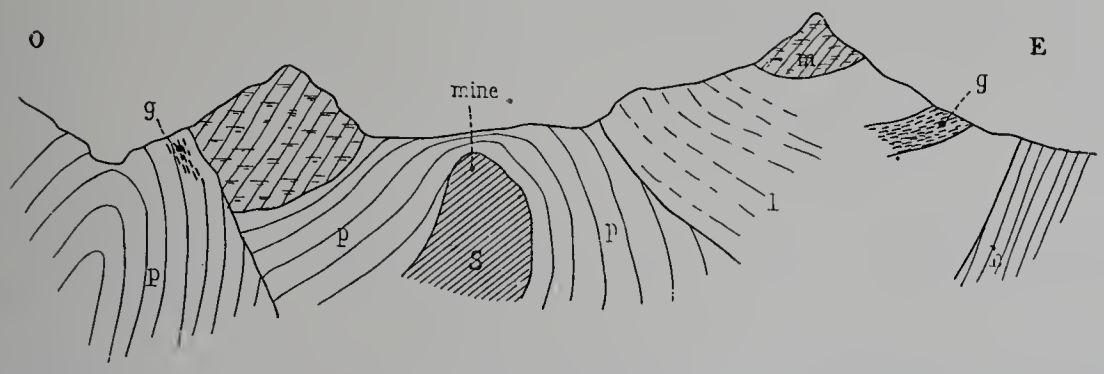


Fig. 90. — Coupe par le massif de sel de Tirgou-Ocna.

p. Formation salifère paléogène. — g. Gypse paléogène. — m. Schistes ménilitiques. — l. Schistes de Tirgou-Ocna.

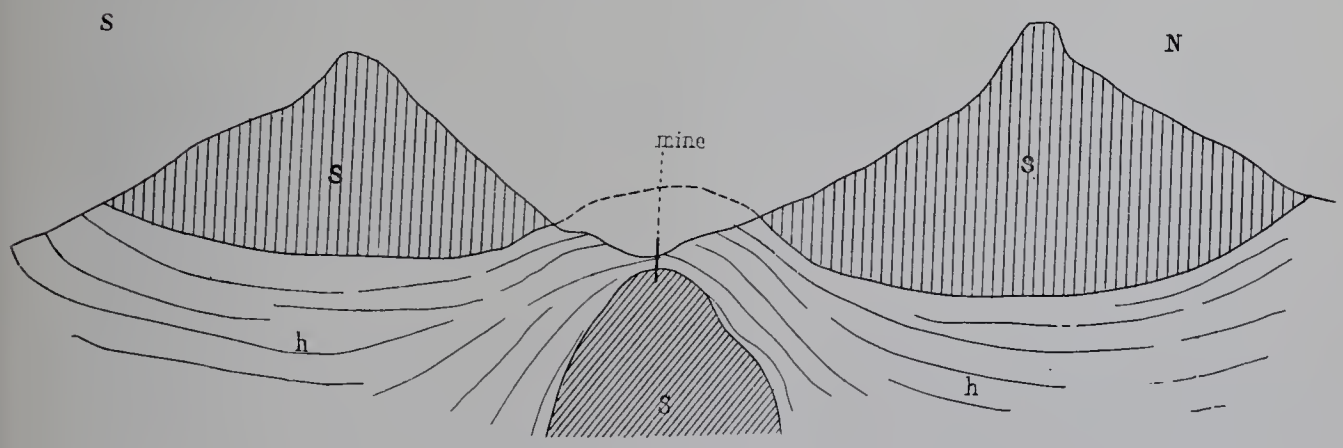


Fig. 91. — Coupe au travers du massif de sel de Ocnele-Mari.

s. Sarmatien. — S. Sel gemme. — h. Helvétien.

La Steana Romana possède l'usine la plus importante, celle de Cimpina; elle a produit du 15 décembre 1899 au 1er mars 1900, à elle seule :

Benzine	1,140 tonnes.
Pétroles lampants	3,151
Huiles de graissage	2,379

RUSSIE.

L'exposition minière russe était organisée, en grande partie, au Palais des mines et de la métallurgie, rez-de-chaussée et premier étage. La Finlande avait son exposition dans son pavillon particulier du quai d'Orsay et le reste de la section russe se trouvait au pavillon du Trocadéro (Sibérie, Caucase).

L'organisation de ce groupe, l'un des plus importants de la Russie, avait été confiée à M. J. Lebedkine, ingénieur des mines, assisté de MM. de Sabaneeff, professeur à l'Institut des mines Catherine II, et Bredoff. Cette exposition présentait un intérêt particulièrement vif, en raison du développement remarquable de l'industrie minière russe dans le courant des dix années qui viennent de s'écouler, des résultats obtenus et de la part importante prise par les capitaux étrangers dans les grandes exploitations minières.

Il nous suffira de citer quelques chiffres comparatifs pour montrer ces résultats. On se rendra mieux compte du détail en se reportant aux statistiques de la première partie :

	1887.	1897.
	tonnes.	tonnes.
Houille	1,638,000	2,719,000
Fonte	594,000	1,848,000
Naphte	2,733,000	8,304,000

Exposition officielle du Gouvernement russe. — Cette exposition comprenait les contributions du Comité géologique du Ministère de l'agriculture et des domaines de Saint-Pétersbourg et du Département des mines relevant de ce même ministère.

Le Comité géologique exposait une série de cartes géologiques des bassins houillers et des gisements des minéraux utiles et une carte géologique générale de la Russie. Nous citerons en particulier le levé détaillé très intéressant de la région de Krivoï-Rog.

Ce Comité géologique, dont l'esprit et les bases étaient étudiés depuis 1871, sous les auspices de M. Reitern (Ministre des finances) et comte Valouew, Ministre des domaines (1876), fut fondé en 1882. Il se composait alors de : un directeur, trois géologues en chef, trois géologues et un conservateur. Ce personnel fut augmenté plus tard en raison de l'importance que prirent les travaux du Comité et en 1897 il comprit définitivement un directeur, cinq géologues en chef, six géologues, six géologues adjoints, un secrétaire, un chimiste et un aide.

L'objet de ce Comité est le suivant : l'étude systématique de la structure géologique de la Russie, l'élaboration et la publication de la carte géologique de l'empire, sa description géologique et la publication de mémoires; il doit donner de plus tous renseignements aux administrations et aux particuliers sur toutes les questions de sa compétence.

Il se trouve actuellement sous la direction de M. A. Karpinsky, membre de l'Académie des sciences. Parmi les membres, l'on peut citer MM. Nikitine, Tschernischeff, Mikhalsky, Sokoloff, Kasnopolsky.

Le point principal du travail du Comité était l'établissement d'une carte géologique générale de la partie européenne de l'empire, basée sur la carte de Russie à l'échelle de 10 verstes.

Cette carte comprend 145 feuilles.

D'une façon générale, les explorations exécutées se sont étendues sur la moitié environ du territoire de la Russie d'Europe.

Les recherches de détail les plus importantes ont été faites sur le bassin du Donetz (42000e), de Krivoï-Rog (21000e), de Magnitnaïa (42000e), des environs de Moscou et de Pétersbourg (42000e), de la chaîne de Kéletz (126000e), du système de Kotchkar et autres régions aurifères de l'Oural (21000e et 42000e).

Les cartes générales comprennent les cartes de la Russie d'Europe au 2520000e et 6300000e (éditions non périodiques).

Le département des mines du Ministère de l'agriculture et des domaines exposait, à côté du Comité géologique, des cartes, des éditions, des diagrammes de la production minière et métallurgique de la Russie, avec les diagrammes correspondants de l'importation et de l'exportation. Nous signalerons en particulier une grande carte minière dressée par M. Ivanow, portant indication de toutes les entreprises minières et métallurgiques et de leur productivité.

L'Institut des mines de Saint-Pétersbourg exposait en même temps une collection complète de minéraux provenant de gisements russes; avec des analyses ainsi que des coupes géologiques de gisements importants et des plans de mines.

Une monographie intéressante sur cet établissement avait été rédigée par M. de Sabaneeff. Elle a été distribuée aux visiteurs de la section russe.

Ministère de l'agriculture et des domaines (*Bureau pour l'industrie de la tourbe*). — Ce bureau exposait une carte de Russie portant indication des tourbières appartenant à l'État, ainsi que des plans et profils des tourbières reconnues, des photographies et des échantillons de tourbe et de briquettes de tourbe.

M. Sytine a donné sur l'exploitation de la tourbe en Russie des renseignements intéressants.

Les tourbières occupent en Russie d'immenses espaces : elles s'étendent sur tout le territoire et particulièrement au Nad et dans la Polesyé. La tourbe a été utilisée de tous temps par les paysans; son exploitation a été, d'autre part, favorisée par le Gouvernement dans le but d'empêcher la destruction des forêts. C'est surtout à partir de 1840 que l'utilisation commença à se répandre. En 1883, le Gouvernement créa une section de spécialités au Ministère des domaines pour l'exploration et la recherche des tourbières qui ensuite sont affermées.

Ces explorations faites surtout le long des voies ferrées prouvèrent qu'au nord et au centre de la Russie, les tourbières des plaines ou tourbières hautes sont prédominantes, tandis qu'au sud, ce sont celles des vallées ou tourbières basses; le maximum de la profondeur de la couche de la tourbe serait de 8 m. 50, et la moyenne de 2 m. 50.

Jusqu'à l'année 1900 on avait exploré 120 tourbières de 95,000 hectares d'étendue. Les trois quarts de cette surface consistent en tourbières de plaines, le reste en tourbières de vallées. Elles sont toutes portées sur des plans avec indication de leur profondeur.

Les tourbières des plaines et des vallées diffèrent les unes des autres par leur situation, leur aspect extérieur, leur flore et la qualité de la tourbe.

Les tourbières hautes sont toujours couvertes d'une couche de tourbe mousseuse dont l'épaisseur varie entre 0 m. 50 et 1 m. 50 (cette épaisseur de 1 m. 50 se rencontre aussi dans les tourbières hollandaises, entre Venlo et Kredo, que j'ai visitées en 1894). Cette couche de tourbe mousseuse est constituée principalement de sphaigne et d'autres plantes, qui poussent ordinairement ensemble, savoir : la bruyère, la linaigrette, le romarin des marais, la canniberge et l'airelle.

Les tourbières des plaines donnent une meilleure tourbe dure, compacte, lourde, résineuse et pure avec un faible mélange de cendre (1 1/2 à 6 p. 100); aussi ne présente-t-elle pas de difficultés à être travaillée et desséchée. Le laboratoire chimique de l'Académie agricole de Pétrovskoyé a analysé la tourbe de quatre tourbières (A, B, C, D) qu'on a fait sécher à 120 degrés centigrades. On y trouva en pour 100 :

DÉSIGNATION.	A.	B.	C.	D.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Carbone	55.13	60.20	59.76	56.32
Oxygène	34.08	29.70	29.67	29.45
Hydrogène	5.95	5.83	5.83	5.77
Cendres	3.28	2.48	3.42	6.29
Azote	1.56	1.79	1.32	2.17

La tourbe ne contient pas d'éléments nuisibles tels que le gypse et le sulfate de fer. La puissance calorifique est de :

A = 4,960 calories; B = 5,530 calories; C = 5,500 calories; D = 5,210 calories.

La quantité d'eau dans la tourbe sèche est :

18.95 p. 100; 19.96 p. 100; 16 p. 100; 25.46 p. 100.

Une classe spéciale des tourbières comprend les tourbières appelées *mortes,* qu'on rencontre dans les gouvernements de Toula, Tambov, Orel et Koursk. Ce sont des couches de tourbes accumulées pendant des siècles dans des ravins couverts jadis de forêts ; elles ne se trouvent jamais à de grandes profondeurs ; elles s'éboulent peu à peu en forme de blocs atteignant parfois une grandeur de plusieurs mètres cubes. Ces blocs sont emportés souvent à plusieurs verstes de distance, à la fonte des neiges, par les eaux du printemps, et aussi en été pendant des averses; les paysans des villages situés aux bords des rivières les arrêtent alors à l'aide d'ancres attachées à de grandes cordes.

Les tourbières des vallées (tourbières basses) se trouvent dans des lieux bas; elles sont couvertes de laîche et d'autres plantes marécageuses à l'exception de celles énumérées ci-dessus et poussant dans les tourbières hautes.

Les tourbières basses produisent une tourbe moins bonne que celle des tourbières des plaines, moins pure, contenant plus de cendre, et se prêtant moins à être travaillée et desséchée. En forme de briques, cette tourbe devient fragile, ce qui ne facilite pas son transport. Cependant elle est également souvent bonne comme combustible, suffisamment compacte et dure et ne renferme que peu de cendre. L'analyse de la meilleure tourbe extraite des gouvernements de Tchernigoff (A) et de Poltava (B) a donné les résultants suivants :

	A.	B.
	p. 100.	p. 100.
Charbon	30.00	28.00
Eau	14.40	18.50
Cendre	6.75	9.75

Le charbon de tourbe est préparé comme celui de bois. Pour obtenir un bon charbon on emploie une tourbe compacte, travaillée mécaniquement et séchée à l'air.

La tourbe donne environ de 32 à 35 p. 100 de charbon. Les essais faits à plusieurs usines (par exemple à la fabrique de rails de Briansk) ont prouvé, que pour les travaux de forge et de serrurerie, le charbon de tourbe est préférable à celui de bois. On tire le meilleur charbon, dur et lourd, de la tourbe des plaines; celle des vallées, quelque bonne quelle soit, produit un charbon d'une qualité inférieure. L'emploi de ce charbon comme combustible dans des fourneaux à réverbère donne toujours des résultats satisfaisants.

Malgré les immenses tourbières et les prix élevés du bois, la quantité de la tourbe récoltée en Russie est tout à fait insignifiante, 4 millions de mètres cubes environ, c'est-à-dire 1,400,000 tonnes (en comptant en moyenne le poids d'un mètre cube pour 320 kilogrammes).

La meilleure tourbe, de même que le meilleur charbon de tourbe, se prépare dans quatre endroits :

1° A l'usine de Kouleback, dans le gouvernement de Nijni, district d'Ardatoff;

2° A la fabrique Nicolskaya, de S. Morosoff, au gouvernement de Wladimir, district de Pokrov;

3° A la fabrique de Ramyen, de Malioutine, au gouvernement de Moscou, district de Bronitzy;

4° Chez le propriétaire Karneyeff, au gouvernement de Moscou, district de Bogorodsk.

A la fabrique Nicolskaya, on produit de 250,000 à 300,000 mètres cubes pour le chauffage des nombreuses chaudieres de ladite usine.

Il y a une vingtaine d'années on a commencé à chauffer à la tourbe les locomotives sur quelques lignes de chemins de fer, aux environs de Moscou. La quantité de tourbe

consumée de la sorte a progressé considérablement et atteint en 1891 le chiffre de 5,500 tonnes.

Mais avec l'apparition d'un combustible plus avantageux — les résidus de naphte, — le chauffage des locomotives à la tourbe a diminué et a cessé complètement en 1897.

Cependant on espère qu'avec la hausse des prix sur les résidus de naphte, le chauffage à la tourbe va reparaître.

La tourbe est employée aussi comme litière. Les tourbières de plaines représentent une source intarissable de ce produit très utile dans l'agriculture.

Commission géologique de Finlande. — La Commission géologique de Finlande exposait dans le pavillon particulier de Finlande, au quai d'Orsay, une collection de roches du pays, des cartes et des photographies.

Cette commission date de 1886, elle a pour but l'étude systématique complète du sol de la Finlande et l'établissement des cartes géologiques.

Ces cartes détaillées ont été jusqu'ici éditées au 200000e, mais depuis 1893 on a fait les cartes de détail au 100000e en vue d'établir une carte générale en deux feuilles à l'échelle du 400000e.

Les régions situées au sud du 61e degré de latitude ont paru en trente-quatre feuilles à l'échelle primitive du 200000e, le reste du territoire paraît aux deux nouvelles échelles; il semble devoir être terminé dans douze ou quinze années.

Une carte intéressante de l'exposition était la carte minière du pays, portant indication des principaux gisements de minéraux utiles et en particulier ceux de cuivre (chalcopyrite), de fer (fer limoneux) et d'or.

La Commission exposait aussi, en plus des documents et des échantillons minéralogiques, les morceaux qui ont été recueillis en 1899 de la météorite de Bjurböle. Le plus gros fragment pesait 83 kilogrammes au moment de l'extraction.

Cette météorite est une chondrite, où prédominent l'eustatite et le péridot, avec quelques grains rares de sulfure de fer et d'autres minerais.

Industrie houillère du bassin du Donetz. — Les charbonnages du bassin du Donetz avaient organisé une exposition collective comprenant des échantillons de combustibles, de roches, des plans, cartes géologiques, instruments et photographies.

La collectivité publiait une brochure intéressante dans laquelle se trouvait l'historique de l'industrie houillère dans cet important bassin en même temps qu'une étude assez détaillée de chaque société exploitante.

Les sédiments carbonifères de la Russie méridionale qui forment ce bassin affleurent dans la partie sud du gouvernement de Kharkow, au nord-est de la Tauride, à l'est du gouvernement d'Ekaterinoslaw et à l'ouest du pays des Cosaques du Don.

La surface du bassin houiller a une forme irrégulière, allongée de l'est à l'ouest sur une longueur d'environ 350 verstes et une largeur atteignant 150 verstes.

La surface où les dépôts carbonifères se montrent à découvert occupe plus de 20,000 kilomètres carrés.

Au point de vue orographique, la région du Donetz offre un plateau typique d'érosion s'étendant du nord-ouest au sud-est. Les points culminants atteignent jusqu'à 345 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce plateau est sillonné par un système de

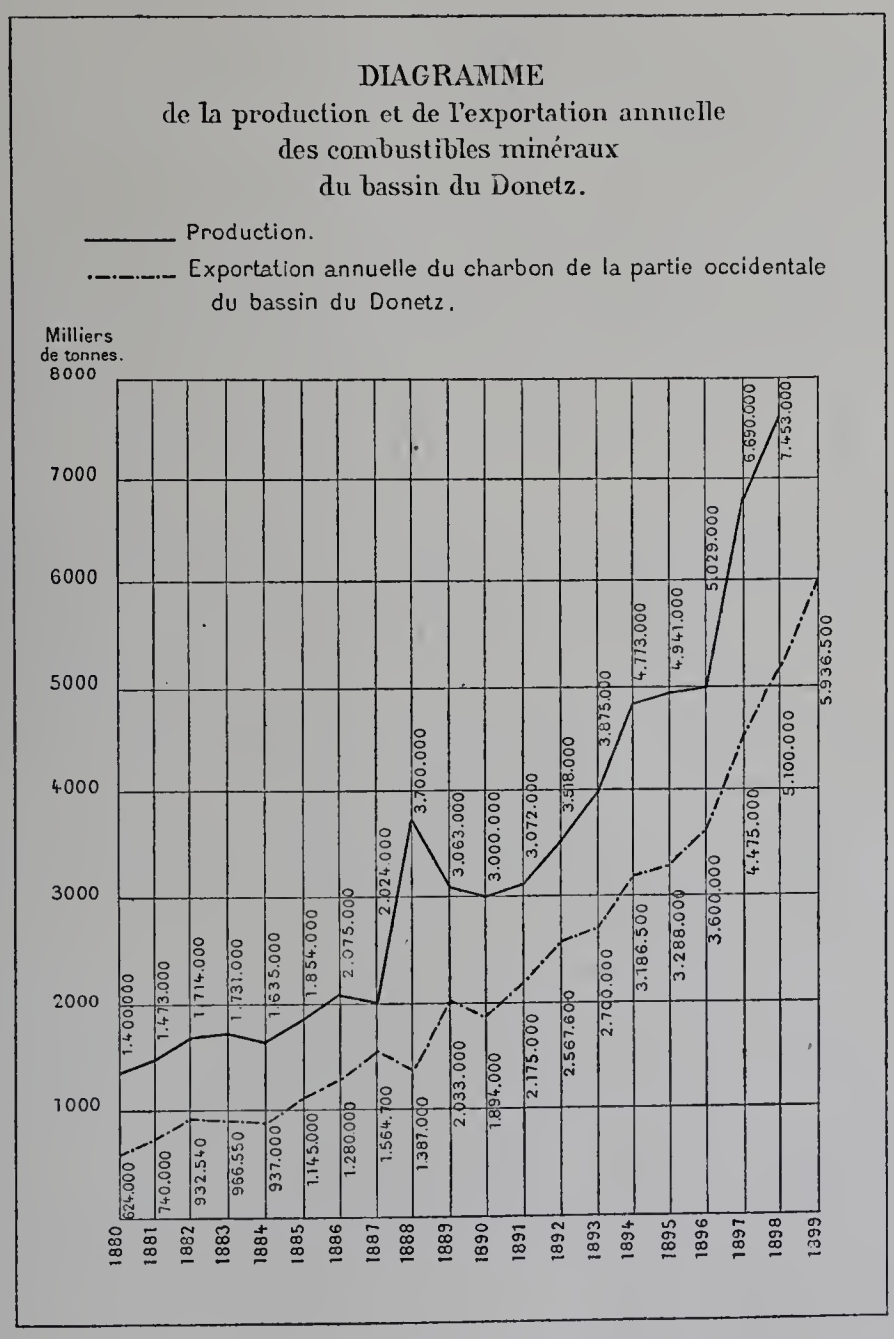


Fig. 92. — Diagramme de l'exploitation du bassin du Donetz.

cours d'eau dont les uns se déversent dans le Séverny-Donetz, les autres dans la mer d'Azow. L'étude du territoire prouve qu'il existe un rapport intime entre son orographie et sa structure géologique; toutes les sinuosités capricieuses des couches de niveau de la carte topographique détaillée correspondent en effet exactement aux fractures des plissements et aux contours des gîtes houillers.

Les couches productives se rencontrent principalement dans la section moyenne des dépôts carbonifères. Leur puissance ordinaire varie entre 0 m. 60 et 1 m. 30, arrivant rarement à 1 m. 85. Les charbons du bassin du Donetz se distinguent, quant à leurs qualités, par une grande variété; toutes les espèces connues s'y trouvent, les charbons secs à longue flamme (1er type Grüner) comme les anthracites de haute qualité (5e type Grüner).

Un fait curieux à remarquer, c'est qu'une même couche peut varier dans sa direction horizontale. Ainsi il arrive parfois qu'une couche qui donne un charbon appartenant au premier type de la classification de Grüner passe, en se prolongeant, à tous les autres types.

Il faut noter aussi l'ordre de la variation du charbon comme qualité dans l'ensemble des dépôts carbonifères : lorsque les couches des horizons supérieurs renferment du charbon sec à longue flamme, celles des horizons inférieurs donnent des charbons du deuxième et du troisième type Grüner; si les charbons des niveaux supérieurs se rapprochent des deuxième et troisième types, ceux des horizons inférieurs sont du quatrième type, etc.

Les roches qui accompagnent les houilles sont principalement des schistes et grès argileux ou sablo-argileux, parfois des calcaires relativement peu puissants. L'attention a été attirée sur ce bassin vers la fin du XVIIIe siècle, mais ce n'est que lorsque le premier chemin de fer fut établi en 1870 que l'industrie minière russe commença à s'organiser. Depuis 1880 le développement a été considérable. La production du bassin qui n'était que de 1,400,000 tonnes en 1880 atteignit 3,000,000 en 1890 et était de 7,453,000 tonnes en 1898.

Le diagramme ci-joint (fig. 92) montre en détail la marche de cette production, dont l'essor a été souvent arrêté par le défaut de moyens de transport et l'insuffisance des chemins de fer.

Jusqu'en 1888 les exploitations étaient peu nombreuses et de peu de rendement. A partir de cette date elles augmentaient rapidement en nombre et en capacité de production; en 1899, le nombre des charbonnages s'élevait à 135, disposant de puits d'une profondeur de 26 à 382 mètres. Sur ces 135 exploitations, 12 représentent une production annuelle de 150,000 à 553,000 tonnes.

Il nous est malheureusement impossible d'entrer dans plus de détails, étant donné le nombre de ces charbonnages; toutefois nous citerons les plus importants d'entre eux avec leur tonnage actuel (1898).

	HOUILLE.	COKE.
	tonnes.	tonnes.
Charbonnages de la Russie méridionale	619,000	179,000
Société Noworossisk	600,000	230,000
Société de l'Industrie minière «Alexeewski»	570,000	105,000
Compagnie minière Goloubowka-Berestowo-Bogodoukhowo	524,000	85,000
Société minière de Routchenko	510,000	52,000

	HOUILLE.	COKE.
	tonnes.	tonnes.
Société russe du Donetz	442,000	//
Société des charbonnages «Prokhorow»	393,000	//
Charbonnage d'Almaznaïa	300,000	130,000
Charbonnage de M. Karpow	240,000	//

	ANTHRACITE.
	tonnes.
Mines Chouchpanow	138,000
Mines Grouchewski (Kochkine)	130,000
Société russe pour le Commerce et la Navigation	70,000

Charbonnages du bassin de Dombrowa. — Dombrowa-Gornaïa, district de Bendine (gouvernement de Petrokov). — Les charbonnages qui figuraient dans cette collectivité étaient :

1° La société franco-italienne de Dombrowa;

2° La société houillère «Comte Renard»;

3° La société des mines de Czeliadz.

Société franco-italienne de Dombrowa. — La société franco-italienne de Dombrowa exploite à Dombrowa trois concessions d'une surface totale de 535 hectares, depuis 1878.

La production qui a augmenté assez régulièrement est aujourd'hui de 500,000 tonnes annuellement. Les charbons desservent les marchés de la Pologne russe, de l'Ukraine, d'Odessa et un peu ceux de Moscou, de Pétersbourg et même de Vienne.

L'exploitation se fait par la méthode horizontale avec remblais complets. Les étages de 15 mètres et 7 m. 50 de hauteur verticale, suivant l'inclinaison de la couche, sont pris en descendant. Les tranches, au nombre de trois ou six suivant les cas, sont prises en remontant.

Les mines emploient 1,400 et 2,000 ouvriers.

L'exploitation se fait exclusivement dans la couche «Reden» de 14 mètres d'épaisseur.

La société a deux sièges d'extraction: Koszelev et Paryz à 200 mètres de profondeur. Il est intéressant de noter l'installation centrale électrique du siège Paryz. Le courant continu est fourni à 550 volts. Il est transformé en partie à 110 volts pour le criblage, l'éclairage et les petits ateliers.

Le courant principal à 550 volts est distribué aux deux sièges, pour les installations de la surface et du fond, pour les treuils, les pompes, la ventilation et la traction.

La station centrale comprend deux groupes de 600 HP. et un transformateur rotatif de 550 à 110 volts d'une puissance de 100 HP.

Nous noterons à l'intérieur de la mine une pompe d'épuisement électrique de 200 HP. à 85 tonnes élevant 4 mètres cubes à 200 mètres, et cinq locomotives à deux moteurs de 12 HP. pesant 3 tonnes.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La société exposait des échantillons et des coupes géologiques (9 couches).

Société houillère du comte Renard. — Cette société exposait des coupes, des photographies et des dessins relatifs aux maisons ouvrières.

Ses charbonnages se trouvent à Sielce (Petrokow); l'exploitation par la société date de 1882.

Elle produit actuellement 550,000 tonnes annuellement.

Elle emploie environ 1,900 ouvriers.

On installe actuellement la force motrice électrique. Les mines comprennent 23 couches dont deux puissantes (6 m. et 4 m.). On a eu à combattre des venues d'eau très gênantes, atteignant 10 mètres cubes à la minute.

Société anonyme des mines de Czeliadz. — Les concessions exploitées par cette société s'étendent sur 350 hectares (commune de Czeliadz). La fondation date de 1879.

L'extraction actuelle atteint 300,000 tonnes et se fait par un seul siège comprenant deux puits jumeaux dont la capacité est de 1,500 tonnes par jour en un seul poste de dix heures. Un second siège est en préparation.

Le fonçage (dans le trias perméable) et l'exploitation ont été très gênés par les venues d'eau qui sont très importantes.

Sur les 3,600 HP. de force motrice des mines, 3,000 sont employés à l'épuisement. L'installation de ce service est très importante; elle permet d'élever 40 mètres cubes à 210 mètres et 10 mètres cubes à 120 mètres. Presque toutes les machines sont souterraines et donnent 50 à 80 coups à la minute.

La mine possède 7 couches dont 3 de 5 à 4 mètres, qu'on exploite par chambres (foudroyage).

La société exposait un plan général des installations au 1000e; des photographies, des coupes par les puits Pierre et Jean, etc.

Un tableau donnait les caractéristiques de la pompe principale d'épuisement, qui sont :

Couche	Milovice	4m50	Couche	Glück	4m30
	Fanny	5 60		Caroline	6 90

Cylindre à vapeur de 900 millimètres pour plongeurs différentiels de 365/262. Cylindre de la pompe à air 410 millimètres et 1 mètre de course, pouvant débiter 16 mètres cubes à la vitesse de 80 tours à la minute et à 220 mètres de hauteur.

Société des charbonnages, mines et usines à Sosnowice (Pologne russe). — Cette société, qui date de 1890, exploite à Sosnowice des concessions de charbon, de calamine et de galène. Elle possède aussi des mines de fer qui ne sont pas exploitées actuellement.

Les exploitations minières en activité sont les suivantes :

1° Trois mines de houille près de Sosnowice et de Dombrowa.

2° Une mine de zinc et de plomb à Boleslaw. Les concessions de houille ont une

surface totale de 6,500 hectares environ, celles de zinc et de plomb couvrent 4,106 hectares.

Mines de houille. — Les mines de houille sont au nombre de trois, savoir : 1° la mine Georges, à Niwka; 2° la mine Mortimer, à Zagoje; 3° la mine Victor, à Milowice, et produisent ensemble actuellement un million et demi de tonnes de houille environ par an. Elles sont situées dans le bassin houiller dit de Dombrowa, qui n'est qu'une partie du grand bassin silésien. Ce dernier, à cause de sa position, au point où les trois empires, russe, autrichien et allemand, se rencontrent, est divisé par les lignes frontières en trois parties revenant respectivement à chacun de ces empires. Mais elles sont de très inégale importance; ainsi, tandis que celle qui appartient à l'Allemagne donne près de 25 millions de tonnes de charbon par an, le bassin de Dombrowa, d'une exploitation plus récente et qui représente la partie polonaise, n'en donne encore que 4 millions.

Le bassin de Dombrowa, recouvert en partie par le trias qui en masque les limites exactes, tire presque toute sa production d'une couche appelée « Reden » s'étendant sous la plus grande partie de sa surface. Cette couche est d'une puissance variable, supérieure quelquefois à 7 et même à 8 mètres. En allant du nord-est vers le sud-ouest, elle se divise en deux, puis trois bancs, donnant ensemble une épaisseur de charbon qui va jusqu'à 15 mètres.

Le bassin contient aussi d'autres couches d'épaisseur moindre et en général ne dépassant pas 2 à 3 mètres ; mais comme le charbon qu'elles donnent est de qualité moindre, elles ne sont l'objet que d'une exploitation peu importante.

Le charbon fourni par le bassin de Dombrowa est une houille sèche à longue flamme, contenant environ 42 p. 100 de matières volatiles et 6 p. 100 de cendres; son pouvoir calorifique ne dépasse pas 6,500 calories. Elle est d'une ténacité remarquable qui fait que les chantiers livrent surtout des gros morceaux que l'on peut emmagasiner et conserver longtemps à l'air libre sans qu'ils se délitent.

En allant du nord-est vers l'ouest et le sud-ouest, la couche Reden, en même temps qu'elle se subdivise, donne du charbon moins sec; mais, dans les limites du royaume de Pologne, le charbon fourni par cette couche n'arrive pas à donner du coke, ce n'est que plus loin, en Silésie allemande (où la couche est à une profondeur beaucoup plus grande) que sa nature s'améliore assez pour qu'il colle, tout en ne donnant pourtant que du coke de qualité inférieure.

La mine « Georges » ou Niwka, au sud-est du bassin, occupe 2,500 ouvriers et produit 800,000 tonnes de charbon. L'extraction se fait par deux puits voisins (Oscar et Rudolf) de trois étages (120, 200 et 300 m.). Presque tous les travaux sont concentrés dans la couche Reden, dont la puissance atteint souvent 8 mètres avec une pente ne dépassant pas 25 centimètres par mètre.

Cette mine, recouverte de sables perméables, a de fortes venues d'eau (12 m. c. à la minute), dont l'épuisement est fait par plusieurs pompes à vapeur souterraines.

La mine Mortimer occupe 1,700 ouvriers; elle produit 450,000 tonnes par an. Le

champ d'exploitation au-dessus du niveau de l'accrochage du puits qui le dessert étant épuisé, on a préparé de nouveaux étages en dessous dans le prolongement de la couche. Pour éviter le fonçage du puits, le charbon fourni par les nouveaux étages sera remonté au niveau actuel par quatre treuils de 120 HP. qui seront installés à la tête de quatre descenderies. Ces treuils sont électriques (courant continu à 500 volts). La station génératrice d'électricité en construction à la surface comprendra deux génératrices de 600 HP., qui desserviront aussi d'autres installations.

L'exploitation est faite exclusivement dans la couche Reden. Les venues d'eau ne dépassent pas 3 mètres cubes à la minute, le champ d'exploitation n'étant pas recouvert de terrains perméables. Une des pompes d'épuisement souterraines peut donner 6 mètres cubes refoulés à 300 mètres.

La mine Milowice, près de la frontière allemande, exploite la couche Reden qui, à cet endroit, est divisée en deux par un banc de rocher de près de 30 mètres d'épaisseur (couches Fanny et Caroline). Ces couches se subdivisent à leur tour par un banc de rocher prenant naissance au toit et donnant plus loin, en Silésie allemande, des couches complètement distinctes. L'exploitation utilise en plus une couche supérieure de 4 mètres, mais donnant du charbon de moins bonne qualité. La mine possède trois puits, dont le plus important (Léon-Renault) ne devait entrer en production qu'à la fin de l'année (capacité totale, 800,000 à 1,000,000 t.). Actuellement cette mine donne 250,000 tonnes et occupe 1,000 ouvriers. L'exploitation actuelle est presque totalement concentrée dans la couche Fanny, à 160 mètres. Les couches sont peu inclinées. Les venues d'eau comme dans la mine de Niwka sont importantes (12 m. c.). L'épuisement se fait par des pompes souterraines à vapeur.

D'autres sièges d'extraction sont en préparation, en particulier celui de Klimoutow destiné à remplacer la mine Niwka.

La production totale s'est élevée en 1898 à 1,600,000 tonnes.

Mines de plomb et de zinc. — Les concessions de zinc et de plomb sont disposées en deux groupes indépendants dont un seul, celui de Boleslaw, est en exploitation. Le deuxième, situé près de Slawkow, a été l'objet autrefois d'un commencement d'exploitation que l'on reprendra après que les installations en voie d'exécution à Boleslaw seront terminées.

Le minerai de zinc est constitué par de la calamine accompagnée quelquefois de blende; il est souvent associé à de la galène; mais ce dernier minerai n'est qu'accessoire et en trop petite quantité pour donner lieu à la création d'une usine de traitement.

La calamine et les minerais qui l'accompagnent se rencontrent dans une épaisse formation dolomitique appartenant au trias et dont la puissance atteint une centaine de mètres; elle se présente souvent en veines minces et surtout comme ciment agglomérant des fragments de dolomie qui forment des brèches locales, au milieu de la formation dolomitique.

La teneur en zinc de la calamine va dans les bons échantillons jusqu'à 35 p. 100; mais pour la moyenne pratique du minerai envoyé à l'usine, elle se tient dans les envi-

rons de 15 p. 100. Les minerais contenant de la galène restent actuellement sans emploi, car ils ne peuvent être traités directement à l'usine; on installe un lavoir qui permettra de séparer la galène de la calamine et d'utiliser séparément les deux minerais.

L'exploitation se fait en partie par galeries, au moyen de petits puits desservis par des treuils à main, et en partie à ciel ouvert dans un grand découvert s'ouvrant dans la masse dolomitique. La roche encaissante étant très aquifère, les travaux sont restés au-dessus du niveau de la vallée, où les eaux sont évacuées par des galeries spéciales, creusées depuis l'origine de l'exploitation dans ce but; mais on devra bientôt descendre le niveau des travaux pour leur donner plus d'extension. En prévision de cette nécessité, on procède à l'installation de pompes qui remonteront l'eau du nouvel étage jusqu'au niveau actuel d'écoulement. La première pompe qui est en construction sera installée à l'extérieur et pourra donner 20 mètres cubes d'eau à la minute.

La mine Boleslaw occupe 450 ouvriers et produit en moyenne 20,000 tonnes de calamine par an qui sont transportées par chevaux et voitures à l'usine à zinc, située à une distance de 25 kilomètres environ; mais on peut la relier à un chemin de fer qui passe dans le voisinage.

En plus des mines, la société possède des établissements que nous devons citer et qui sont :

1° Atelier de construction de machines;

2° Une fabrique de blanc de zinc;

3° Un laminoir à zinc;

4° Une usine à zinc;

5° Des exploitations agricoles et forestières et des moulins.

La société exposait des échantillons des produits de ses différentes mines, ainsi que des cartes et des plans.

Héritiers de M. Demidow (P.-P.), prince de San Donato. — Mines, exploitations aurifères et usines de Nijni-Taguil et Louniewka.

Les produits exposés comprenaient des sables aurifères et platinifères, de l'or et du platine natifs, des roches et minerais de fer, de manganèse et de chrome du district de Nijni-Taguil, des minerais de cuivre et malachites, des houilles de Louniewka et de l'anthracite d'Egorchinsk, ainsi que des plans, cartes et photographies.

Nous pouvons donner quelques renseignements sur les gisements exploités.

Mines de fer. — Ces mines sont situées sur le versant oriental de l'Oural. Elles comprennent une partie des importants gisements de fer magnétique de la montagne de Vonissokaia Gora à Nijni-Taguil au nord d'Ekaterinbourg.

Cette mine, qui se trouve dans le village même, est exploitée à ciel ouvert sur une profondeur de 80 mètres à partir du sommet de la montagne. Le minerai comprend environ deux tiers de gangue en poids.

Une autre mine de fer exploitée est celle de *Lebiajka*, au nord-est de Nijni-Taguil.

C'est un énorme amas de fer magnétique exploité à ciel ouvert, découvert sur une surface de 160,000 mètres carrés et d'une profondeur de 40 mètres.

Le minerai a une teneur de 64 p. 100 de fer et, sauf à la surface, est très pur. Les couches superficielles contiennent en effet un peu de phosphore dû à la présence d'une petite quantité d'apatite.

La mine de Jerebtzovski contient du fer magnétique et de l'hématite ; le minerai est très siliceux (30 p. 100 silice) et a été employé pour le procédé Bessemer. L'exploitation est très faible. Le minerai se trouve dans un feldspath décomposé. La mine de Prikachitza se trouve comme la précédente près du gisement de Vouissokaia ; elle contient du fer magnétique siliceux qui remplace actuellement le précédent dans la production de la fonte Bessemer.

	1889.	1899.
	tonnes.	tonnes.
Vouissokaïa	45.800	95.000
Liebiajkaïa	6.000	12.700

Mine de manganèse. — A 2 ou 3 kilomètres de la mine de Lebiajaïa se trouve la mine Sapalsky, gisement de manganèse. Le minerai se présente en lentilles de grosseurs différentes allant jusqu'à quelques mètres cubes. Ces masses se trouvent au contact de dolomies et de feldspath décomposés. Plus loin, le minerai se trouve en nids éparpillés dans les calcaires manganésifiés. Ces gisements relativement peu considérables ont nécessité des recherches qui semblent devoir réussir.

En 1889, cette mine a produit 50,000 pouds (16 kilogrammes) [800 tonnes]; en 1899, elle a atteint 95,000 pouds (1,520 tonnes).

Mines de cuivre. — Dans la propriété de Taguil se trouvent des gisements de cuivre. La mine principale se trouve à Nijni-Taguil même, en relation avec la mine de fer de Vouissokaia. En effet, si on observe les parois est de cette mine, on remarque que les fronts de taille de fer présentent des veines de pyrites de fer qui passent très souvent à la pyrite de cuivre. En poussant plus loin on se trouve en présence de la mine même de cuivre, le fer ayant totalement disparu. Cette mine donne actuellement 60,000 tonnes de minerai à 3 1/2 ou 4 p. 100 de cuivre. Cet amas considérable a une surface de 800 sur 500 mètres; on l'exploite sur 240 mètres de profondeur. Le minerai a une gangue qui forme un lit de fusion presque complet. Les quelques minerais de cuivre contenant du fer nécessaires pour achever ces lits de fusion sont fournis en abondance par la mine voisine Vouissokaia. On emploie 600 hommes dans la mine.

La partie nord de la mine est séparée du reste par une faille et une sorte de muraille de porphyre augitique; c'est la suite de la mine Vouissokaia, le minerai y est ferrugineux ; elle présente une espèce de filon dirigé N. E. S. O. enclavé dans les schistes métamorphiques et le calcaire silurien (teneur 2 p. 100).

La partie centrale est composée de quelques filons de pyrites très riches et de roches dioritiques imprégnées de cuivre oxydé. On rencontre du cuivre natif (teneur moyenne 3 p. 100).

La partie sud est formée d'argiles décomposées, de schistes argileux parsemés de gros blocs erratiques du calcaire silurien qui forme le toit de l'amas qui plonge vers l'est. Le minerai y est exclusivement oxydé; au contact du calcaire on trouve fréquemment la malachite (teneur moyenne 6 p. 100).

Gisements de chrome. — Ces gisements se trouvent dans la même propriété; en divers endroits le minerai contient 40 p. 100 de chrome. L'exploitation est peu importante.

Gisements aurifères. — Dans cette propriété se trouvent plus de 200 placers qui ont été travaillés autrefois.

Actuellement, 6 ou 7 seulement peuvent être exploités. La teneur des sables est très faible. La production est aussi très faible, 160 kilogrammes environ par an.

Gisements de platine. — Situés dans la même région, ces gisements ont été découverts en 1823 dans la recherche des sables aurifères. La teneur des sables platinifères a diminué de plus en plus. On a recherché alors l'origine de ces sables amenés par les cours d'eau de la région. Ces cours d'eau provenaient d'une montagne (Solovieff). On étudia les roches avec soin et on découvrit d'abord que le platine se trouvait surtout dans des conglomérats à serpentine. Ceux-ci décomposés en roches d'une même nature montrèrent que le platine se trouvait dans la serpentine. Les recherches continuèrent et en 1896 on trouva le gisement qui consistait en un filon de serpentine situé dans de la serpentine stérile.

Ce gisement a été étudié par le professeur Inostrangeff qui a fait un compte rendu à ce sujet à l'Académie des sciences de Paris. L'enclave (0 m. 35 de diamètre) est formée de fer chromé et de serpentine avec une petite quantité de dolomie. La roche contient des grains de platine natif visibles à la coupe. La teneur moyenne est de 0.011 p. 100. Cette roche est constituée par des grains anguleux d'olivine cimentés par la serpentine vert clair parsemée de grains de fer chromé.

Ce gisement va être bientôt mis en exploitation. En 1889, les lavages donnaient 1,000 kilogrammes de platine; en 1899, ils ont donné 1,300 kilogrammes.

On emploie 1,500 ouvriers dans ces travaux.

Houillères. — Les houillères se trouvent dans le district de Lounievka, au village de Lounia. Elles comprennent plusieurs couches, dont la principale, Nikita, a 2 mètres de puissance. Les puits sont foncés jusqu'à 25 et 145 mètres. Les charbons ont une moyenne de 20 à 25 p. 100 de cendres.

Quelques couches donnent un charbon à coke assez bon qui est carbonisé dans 30 fours à coke système Coppée.

Nous n'avons pas de renseignements sur les formations encaissantes et la constitution de ce gisement.

La production, qui était de 80,000 tonnes en 1890, a été de 100,000 tonnes en 1899.

Les quantités de coke produites ont été, en 1890, de 9,700 tonnes et, en 1899, de 11,000 tonnes.

District minier de Lysva, propriété du comte P. P. Schouvaloff. — Le domaine du comte P. P. Schouvaloff est situé dans le district de Perm, sur les versants est et ouest de l'Oural. En plus d'usines métallurgiques, il renferme des gisements de fer, d'or et de platine (district minier de Lyswa).

Au point de vue géologique, la partie occidentale du district présente le tableau le plus complet de la succession des roches depuis les schistes métamorphiques du faîte de partage des eaux, jusqu'aux dépôts permo-carbonifères de Lyswa. La partie orientale, au contraire, est constituée par des roches cristallines massives ou stratifiées. Ces deux parties renferment de nombreux gisements métalliques.

a. Minerais de fer. — Ces minerais sont des hématites rouges ou brunes et des oxydes magnétiques :

1° *Hématites brunes.* — Les gîtes d'hématites brunes présentent dans la plupart des cas des amas et nids de forme irrégulière prenant parfois un caractère stratifié et occupant d'immenses étendues. Ils sont subordonnés à des schistes métamorphiques considérablement altérés. Les schistes métamorphiques de cette région étant en partie constitués par des quartzites, des schistes talqueux, chloriteux, argilo-micacés et argileux, la nature du minerai se modifie suivant la roche encaissante. Ainsi, par exemple, les minerais des gîtes de l'usine Bissersky, disposés au milieu de schistes et de quartzites, sont fortement siliceux, ce qui n'est pas le cas pour les mines de Garé-Voznessensky. Les plus importants parmi les gîtes d'hématite brune en exploitation sont ceux de :

Garé-Voznessensky, comprenant 4 amas exploités par 3 puits à 60 mètres environ. Production en 1898-1899 : 10,500 tonnes (teneur moyenne 45.5 p. 100 de fer et 0.10 p. 100 de Ph.).

Bissersky, comprenant des amas très irréguliers. Production en 1898-1899 : 15,800 tonnes (teneur moyenne en fer de 33 à 53 p. 100).

2° *Hématites rouges.* — Des gisements d'hématite rouge se trouvent en assez grand nombre sur le territoire attaché à l'usine Koussié-Alexandrovsky. Ils sont subordonnés à des argiles et à des grès dévoniens. La majeure partie occupent la limite entre le calcaire dévonien supérieur et inférieur. Ils se présentent habituellement sous forme de strates. Le minerai est une hématite rouge oolithique dont les grains sont cimentés par une matière ferrugineuse ; ou bien c'est un conglomérat de nodules d'hématite cimentées par de petites granules de fer oolithique. La production de 1897-1898 a atteint 22,900 tonnes.

3° *Fer magnétique.* — Le territoire de l'usine Bissersky renferme plusieurs gîtes de fer magnétique. Le mieux connu est celui du mont Katchkanar ou mont Magnétique. Le minerai caillouteux, disséminé dans des argiles d'un brun rougeâtre, est exploité au pied sud de la montagne. La production s'élève à 27,200 kilogrammes par an. Jusqu'en 1899 on ne connaissait pas dans cette montagne de gîte assez riche pour être exploité. Mais récemment on a reconnu par sondages des gisements assez considérables d'un minerai assez pauvre (maximum 27 p. 100) imprégnant une roche à olivine.

b. Quelques gisements de manganèse (11 p. 100) et de fer chromé (500 tonnes par an) se trouvent dans cette région de Bisser. Le fer chromé se trouve par nids associés à une serpentine au milieu de schistes argileux.

c. Or. — L'or se rencontre tant en alluvions qu'en gîtes primitifs, sur le territoire de l'usine Bissersky, à l'est et à l'ouest du district. Les sédiments aurifères sont le plus souvent recouverts de puissantes assises de couches stériles et l'exploitation se fait en souterrains. La tonne de sable contient environ 4 gr. 8 d'or.

Près de Severnaïa, des filons de quartz très inclinés traversent des schistes talco-chloriteux. L'or se trouve imprégné dans le quartz qui renferme aussi des cristaux d'améthyste, ou associé à des pyrites disséminées dans les filons ou les roches encaissantes.

Actuellement les placers d'or sont délaissés en grande partie pour l'extraction du platine.

Depuis 1825 on a extrait environ 5,978 kilogrammes d'or.

d. Platine. — Les alluvions platinifères du district minier de Lyswa fournissent à peu près un tiers de la production universelle de ce métal. Elles sont situées dans la partie orientale du district, le long de l'Is et de ses nombreux affluents. Cette région est en grande partie constituée par des roches à olivine (serpentines, péridotites), gneiss syénitiques, dioritites, schistes chloriteux, dont les fragments et les galets composent essentiellement les sédiments platinifères.

Les placers peuvent être divisés en deux types caractéristiques :

1° *Celui des versants des vallées ;* les couches contenant le métal s'y trouvent habituellement à une profondeur considérable (10 mètres) et s'exploitent par travaux souterrains ;

2° *Celui des thalwegs ;* les couches productives, dues probablement à l'érosion des gîtes des versants, gisent à une profondeur de 2 à 3 mètres.

Sur les versants, les sables tiennent de 4 gr. 5 à 9 grammes par tonne; dans les thalwegs, la teneur varie de simples traces à 4 gr. 5 et davantage. Les gîtes des versants présentent le platine sous forme de grains anguleux de différentes grosseurs, presque toujours de couleur foncée. On le trouve parfois à l'état d'imprégnation dans le fer chromé, auquel il est généralement associé. Dans les gîtes des thalwegs, le métal est le plus souvent roulé ou se présente sous l'aspect de petites lamelles ; il est de couleur claire et la quantité d'or qui l'accompagne est beaucoup moindre que dans les versants. L'épaisseur de la couche platinifère oscille autour de 1 mètre.

Depuis 1831, la production totale jusqu'en 1896 a atteint 9,510 kilogrammes. Dans les dernières années la production a beaucoup augmenté.

	kilogrammes.		kilogrammes.
1895-1896	685	1897-1898	1.525
1896-1897	1.140	1898-1899	1.760

e. Diamants. — A peu de distance des exploitations platinifères, a été trouvé le premier diamant en 1829, dans une vallée qui débouche sur la rivière Paloudenka. On

observe à cet endroit un développement d'itacolumites. Les sables diamantifères contiennent des galets d'hématite brune, de quartz et de dolomies noires ou grises. On a recueilli jusqu'ici plus de 200 diamants incolores qui, dit-on, sont très beaux. Les plus gros pèsent environ 3 carats.

Les établissements du comte Schouvaloff exposaient des échantillons très beaux de platine, d'or, de diamant, ainsi que des minerais de fer.

Société pour l'exploitation du naphte, Nobel frères, à Saint-Pétersbourg. — Cette Société exposait dans le pavillon russe du Trocadéro. Dans une salle dont les murs étaient recouverts de peintures représentant des vues du pays et le temple du feu adoré par les anciens habitants du pays, se trouvaient des échantillons de naphte et de résidus de naphte, des spécimens de matériel de sondage et un modèle de derryck, ainsi que des plans et photographies.

La Société Nobel frères possède à Bakou des établissements et des gisements très importants.

Les nombreux puits de la Société (plus de 340 trous de sonde) se trouvent sur la presqu'île d'Apschéron (fig. 93), dans les limites des terrains pétrolifères de Balakhany et de Sabountchik. On exploite quotidiennement en moyenne 80 de ces trous de sonde. La quantité de naphte obtenu varie entre 500,000 et 1,525,000 tonnes par an. L'installation de force motrice desservant ces exploitations comprend près de 7,500 HP.

Le naphte dans les exploitations est canalisé dans 112 kilomètres de tuyaux. Des conduites principales de 58 kilomètres le transportent aux usines de la Société situées à 12 kilomètres de Bakou. Enfin, dans ces usines mêmes, les tuyaux-conduites ont une longueur de 139 kilomètres. Soit 304 kilomètres de tuyaux pour les exploitations et usines de la Société.

Les quantités de naphte transmises des puits aux usines ont été de :

	tonnes.		tonnes.
1893	857,000	1897	930,000
1894	1,012,000	1898	869,000
1895	1,230,000	1899	1,312,000
1896	968,000		

Les usines de la Société comprennent des raffineries de pétrole, des usines pour la production d'huiles, de benzine, d'acide sulfurique, etc.

Les plus importantes sont les raffineries de pétrole. Elles distillent annuellement 1,311,000 tonnes de naphte, soit 3,200 tonnes par jour. Du «mazout», résidu de cette distillation, on extrait les huiles de graissage dans une usine particulière.

Il a été produit en pétrole les quantités suivantes :

	tonnes.		tonnes.
1893	287,000	1898	344,000
1896	258,000	1899	377,000

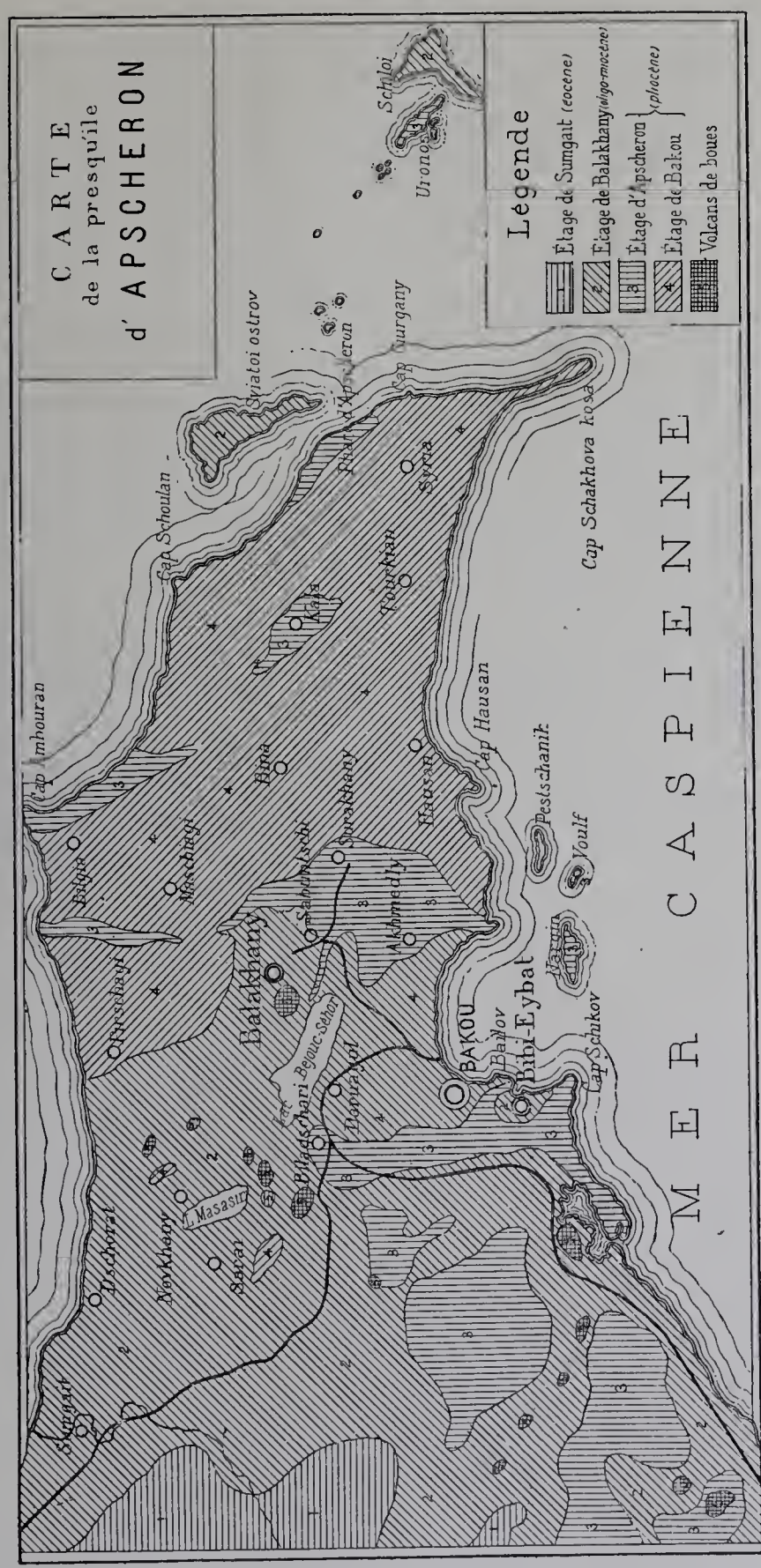


Fig. 93. — Carte géologique de la région pétrolifère de la presqu'île d'Apschéron (Caucase).

C. F. E.

La fabrication d'huiles de graissage, en 1899, a été la suivante :

Huile	solaire	59,000 tonnes.
	à broches	15,000
	à machines	49,000
	à cylindres	4,300
	Total	127,300

Les autres produits des usines ont été, en 1899 :

Benzine	3,279 tonnes.
Acide sulfurique	6,557

Comme matériel de transport, la Société possède 189 bateaux-citernes, remorqueurs ou allèges, représentant un tonnage de 182,000 tonnes. De plus, elle dispose de 1,237 wagons d'une capacité totale de 15,000 tonnes environ.

Ses réservoirs très importants, destinés à régulariser la production et la stabilité des prix, sont capables de 946,000 tonnes à Bakou ou Balakhany, et de 844,000 tonnes dans les différentes villes importantes de Russie (centres industriels ou centres de communications).

Nous joignons à cette notice une carte géologique intéressante de la région, communiquée par la Société Nobel frères, et quelques diagrammes instructifs relatifs à l'industrie pétrolifère de la région de Bakou (fig. 94 à 97). On y remarquera la différence de production de pétrole en Russie et en Amérique comparée à la production totale de naphte.

Un diagramme montre aussi les fluctuations des prix du naphte en Russie.

Société de naphte de la Caspienne et de la mer Noire, à Bakou. — La Société commerciale et industrielle de naphte de la mer Noire (connue sous le nom de *Bnito*) a été fondée en 1883 par M. Palachkowsky, constructeur du chemin de fer transcaucasien. Elle possédait alors, à Bakou, quelques puits et une petite raffinerie, et à Batoum une petite fabrique de caisses. Depuis elle s'est bien développée et actuellement son activité industrielle est la suivante :

	tonnes.		tonnes.
Extraction de naphte	576,000	Exportations de 1899, par Batoum	500,000
Magasinage à Batoum	56,000		

Les terrains exploités se trouvent dans les régions de Balakany, Sabountchy, Romany et Bibi-Eybat.

Au commencement de 1900 elle possédait 66 puits en exploitation et 54 en forage. Elle dispose d'une force motrice de 2,200 HP. et installe un transport de force électrique.

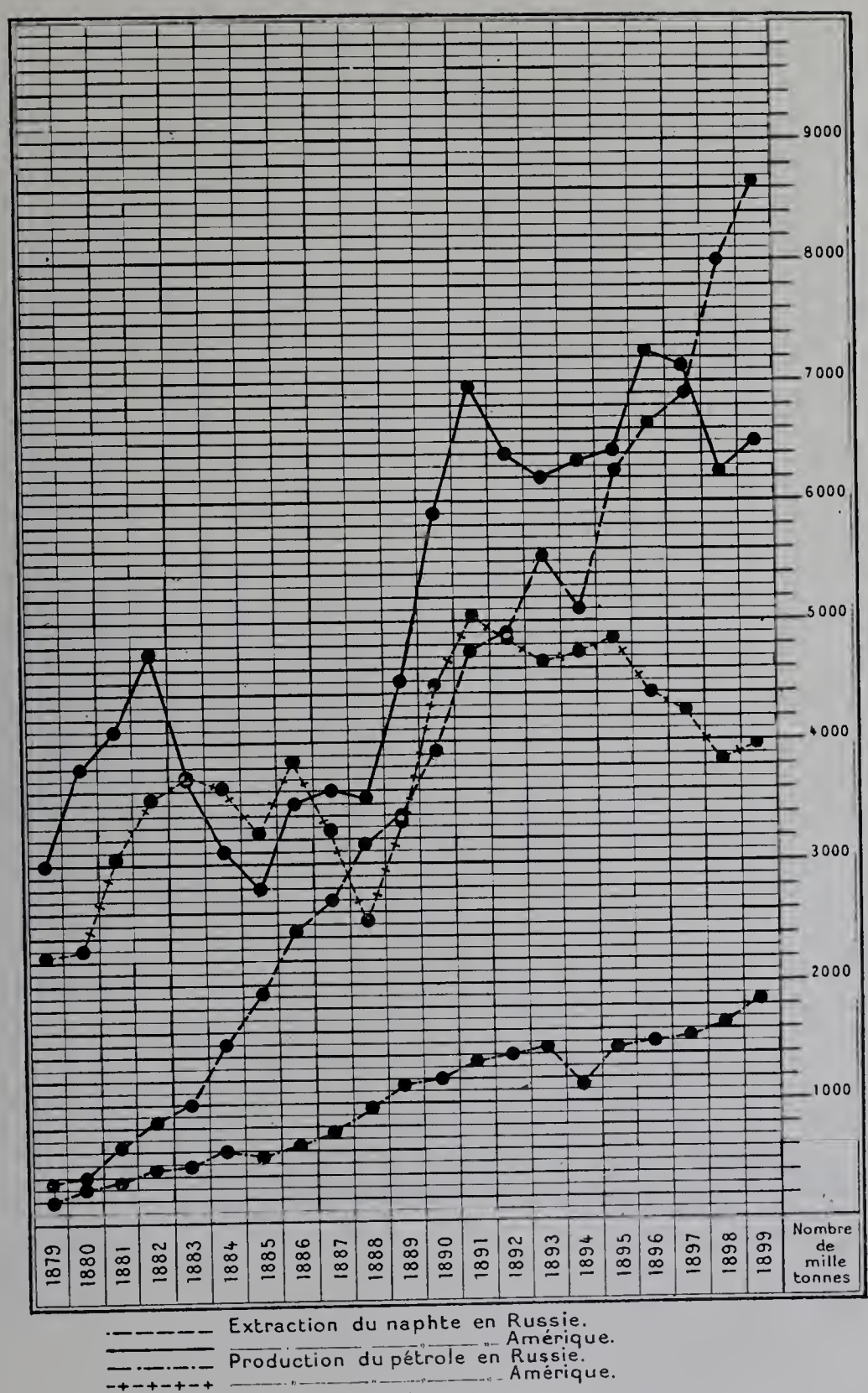


Fig. 94. — Tableau comparatif de l'extraction du naphte et de la production du pétrole, en Russie et en Amérique.

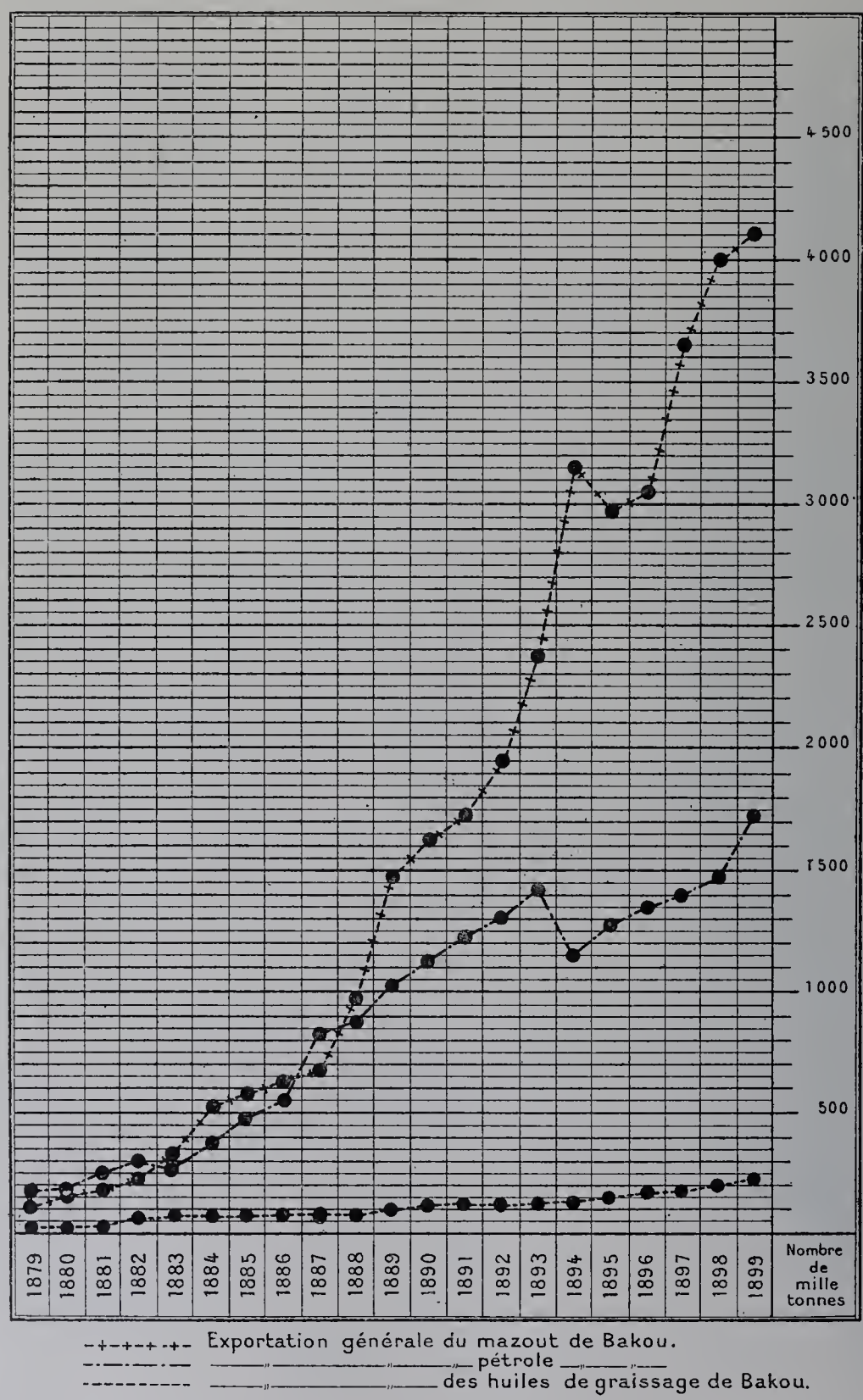


Fig. 95. — Diagramme de l'exportation des produits du naphte de Bakou.

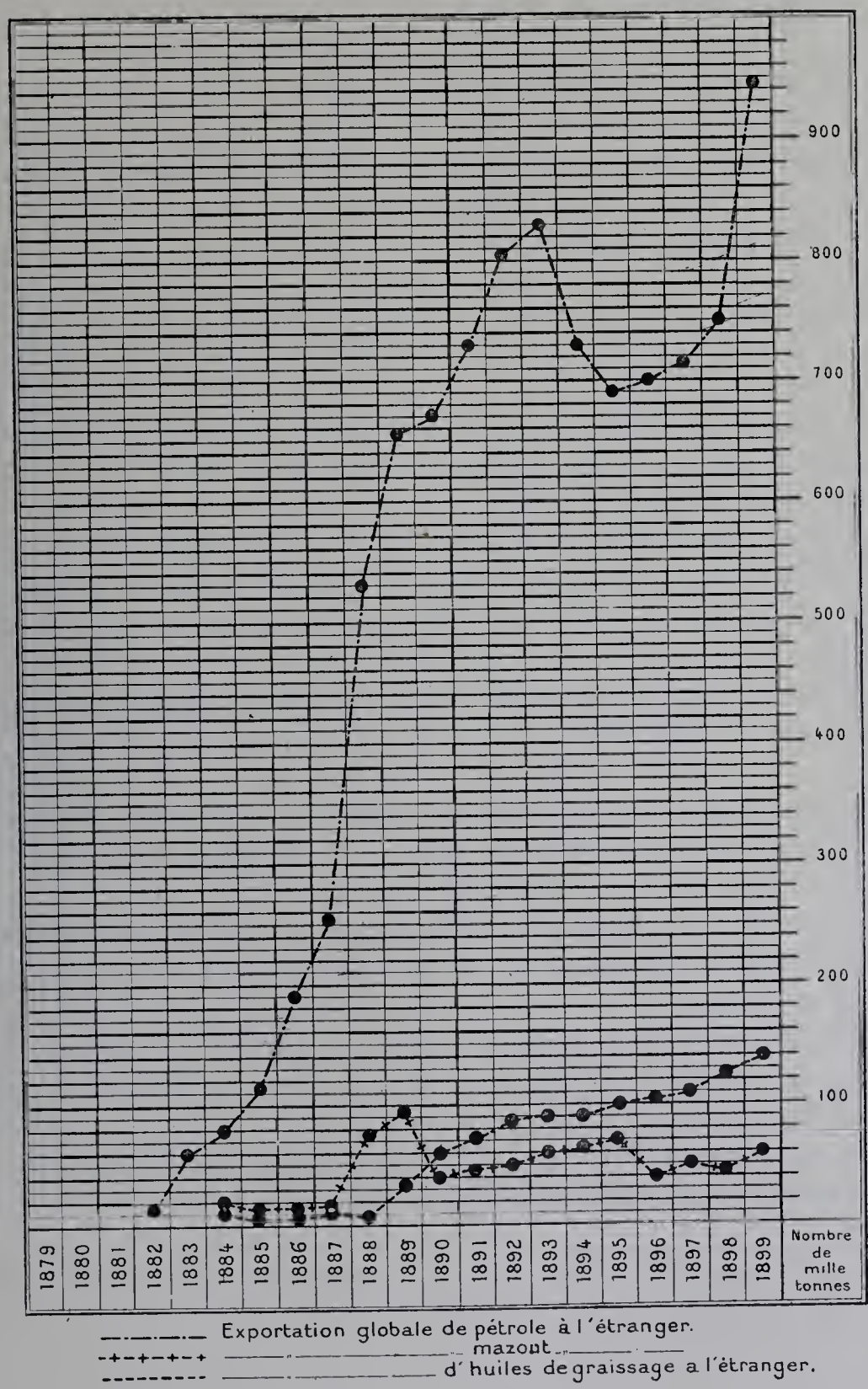


Fig. 96. — Diagramme de l'exportation globale des produits du naphte de Russie.

Elle expérimente actuellement 4 systèmes de sondage :

1° Américain (à la corde) ;

2° A câble métallique (système Lentz) ;

3° Hydraulique (système Fauck) ;

4° Hydraulique (système Raky).

Les essais, dit-on, n'ont pas encore donné de résultats permettant d'établir de comparaison.

La raffinerie permet d'extraire par an :

	tonnes.		tonnes.
Pétrole lampant	288,000	Huiles de graissage	32,000
Huile solaire	48,000	Résidus	480,000

La Société a réussi à établir un type de pétrole blanc léger à haut point d'inflammabilité appelé *Testefas,* ne s'enflammant pas au-dessous de 45 degrés.

Elle emploie 3,000 ouvriers.

Elle exposait des échantillons de naphte et de produits distillés et en plus un modèle de chevalement, des outils de forage et sondage, des modèles de navires et wagons-citernes, ainsi que des plans et photographies des établissements de Bakou et Batoum.

On remarquait aussi un modèle d'un des appareils utilisés pour enrichir le gaz à l'eau au moyen de l'huile solaire.

Société de naphte de Bakou, à Saint-Pétersbourg. — Cette Société date de 1874. Elle exploite des terrains pétrolifères des domaines de Balakhany, Sabountchy et Bibi-Eybat.

Une partie du naphte exploité est traitée pour le kérosène, les huiles d'éclairage et autres produits dans les usines que la Société possède à Sourahany et dans la *Ville noire,* près de Bakou.

Les terrains pétrolifères de la Société couvrent 93 hectares. On y exploite 79 puits en production ; 102 sont en forage ou en réparation. Ces terrains ont produit 420,000 tonnes en 1899.

Objets exposés : modèles de derryck et d'instruments de sondage ; deux plans des terrains naphtifères ; photographies et échantillons.

MM. Auerbach et Cie, à Saint-Pétersbourg. — Exposaient une série d'échantillons de minerais de mercure.

Cette maison exploite des gisements de cinabre du bassin du Donetz, gouvernement d'Ekaterinoslaw, district de Bakhmout. Ces mines fournissent 85,000 à 100,000 tonnes de minerai d'où on extrait suivant la teneur 350 à 575 tonnes de mercure. Cette exploitation a débuté en 1886.

Nous n'avons pas eu de renseignements particuliers sur ces mines.

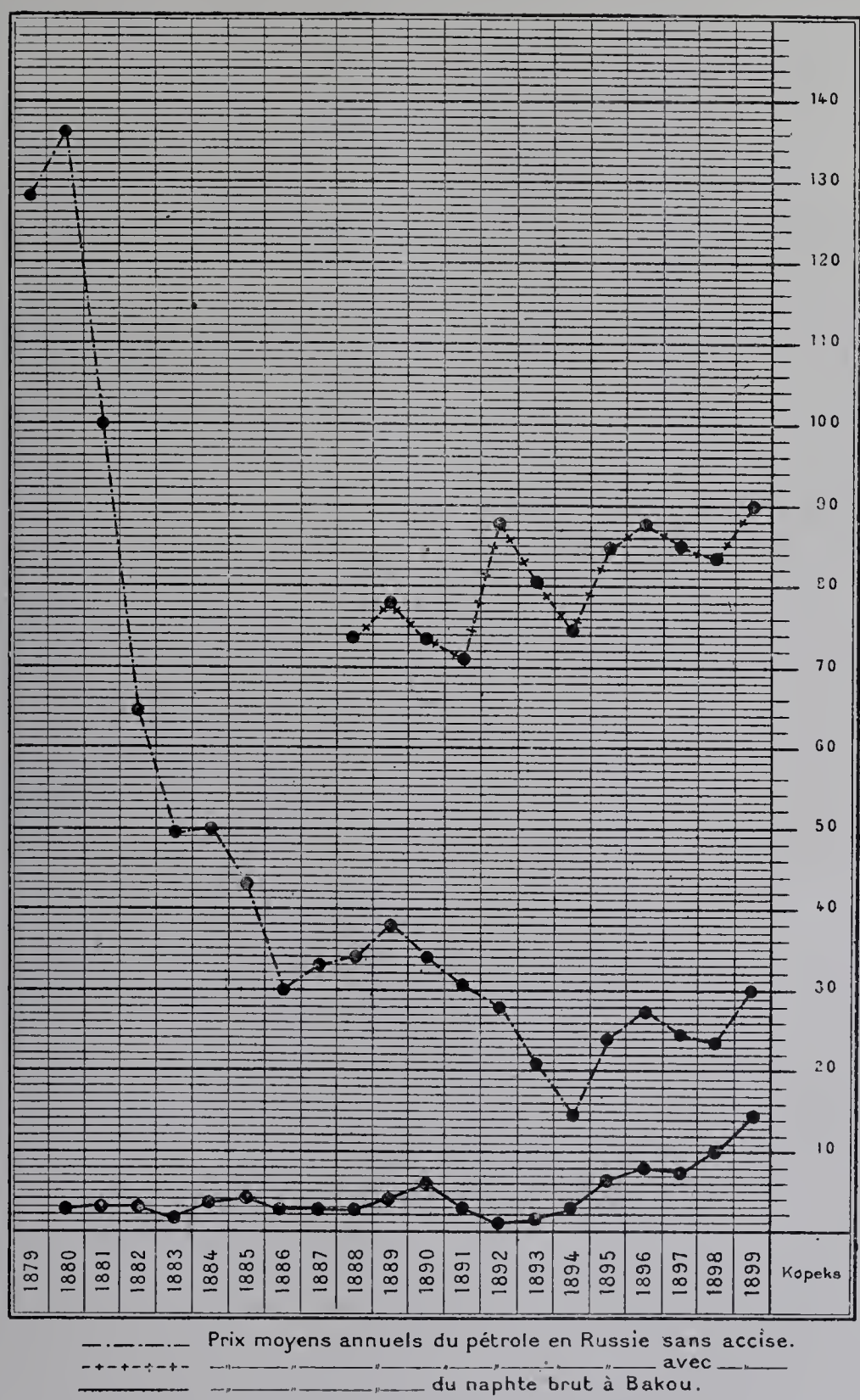


Fig. 97. — Diagramme représentant les variations du prix moyen du naphte et du pétrole en Russie depuis 1879.

IMPRIMERIE NATIONALE

M. Woïslaw, S. G., ingénieur des mines, à Saint-Pétersbourg. — Exposait des outils de sondage à bras, des sondes à diamant avec mouvement percuteur réglé automatiquement suivant la dureté des roches, etc.

M. Woïslaw a fondé à Pétersbourg un bureau d'explorations destiné à exploiter ses appareils et à exécuter les forages, recherches, etc., pour les particuliers et pour l'État, tels que : études de terrains, recherches des eaux, des minéraux utiles, etc.

Les principaux appareils de M. Woïslaw sont les suivants :

1° appareil de sondage à main permettant de forer jusqu'à 100 mètres ;

2° appareil de sondage à diamant, à main, pour les roches dures ;

3° appareil au diamant, à main, système Woïslaw-Koulecha, à avancement automatique ;

4° pompe de profondeur pour faire monter l'eau des puits artésiens ;

5° pompe « Labyrinthe » à air comprimé pour le même objet ;

6° pompe de surface système Woïslaw ;

7° sonde à main pour grands diamètres.

Nous signalons particulièrement la sonde à diamant à avancement automatique. Cet instrument très pratique sera détaillé dans la troisième partie. Un système d'adduction d'eau permet de déblayer la surface d'attaque au fur et à mesure de l'avancement.

Les principaux travaux du bureau sont les suivants :

a. explorations d'eaux minérales (Narzan, Lipetzk, etc.) ;

b. explorations du sol pour les voies ferrées, chemins de fer : Nicolaïewskaia, Riga-Orel, Wladikavkase, etc. ;

c. sondages pour établissements de piles de ponts ;

d. explorations pour recherches de houille dans les Altaïs de Sibérie ; de sel à Irkoutok ; de houille à Dombrowa, etc. ;

e. explorations hydrotechniques : étude des horizons de Briansk, Pétersbourg, Varsovie, Vilna, etc. ; puits artésiens à Kief, Vilna, etc.

M. Jessé-Roux, à Rostoff-sur-le-Don. — Exposait des briquettes de charbon et des résidus de naphte.

Les briquettes Jessé-Roux sont des agglomérés de poussiers d'anthracite ou de houille et de résidus de naphte.

Ces briquettes semblent posséder une résistance convenable. Les essais auxquels elles ont été soumises ont montré qu'elles se conservaient sans altération sous l'influence de la chaleur ou de l'humidité.

Elles ont donné aux essais, d'après les chiffres qui nous ont été soumis, de 5 à 6 p. 100 seulement de cendres et mâchefers.

La puissance calorifique a été trouvée de 7,000 ou 8,000 calories, suivant les combustibles agglomérés.

Elles sont consommées par la marine et les chemins de fer.

Salines d'Iletsky, à Orenbourg (Iletzkaia-Zachtchita). — Exposaient des échantillons de sel gemme et de sel pulvérisé.

Ces salines font partie du domaine de l'État. Elles furent cédées à bail en 1877 aux concessionnaires actuels, MM. Diecf, André et Nicolas Dionkoff, Ivan et Gabriel Petrovitch Oglodkof et le conseiller de commerce S. J. Nazarof.

Les mines de sel gemme d'Iletzkaia se trouvent près de la ville d'Iletzkaia Zachtchita, à 68 kilomètres au sud d'Orenbourg, dans une région de steppes, coupée de collines et non boisée. La couche saline est explorée sur une étendue de plus de 3 kilomètres carrés et demi.

L'épaisseur du gisement n'est pas encore déterminée. Le forage pratiqué en 1820 n'a été poussé qu'à une profondeur de 146 mètres; il fut alors arrêté en présence de la compacité du sel. Toute la masse traversée se compose de sel gemme pur et de trois ou quatre minces couches d'argile rouge et de gypse.

La partie explorée des gisements salins d'Iletzkaia renferme de très grandes quantités de sel. Elle est recouverte d'une couche de sable fin argileux d'une épaisseur de 6 à 20 mètres, et, dans la partie est, de 1 mètre à 8 mètres.

Le sel d'Iletzki est de composition cristalline à gros grains, de couleur blanche nuancée de gris. Il contient jusqu'à 99 p. 100 de chlorure de sodium. Dans la masse cristalline se trouvent des cristaux très transparents appelés «moelles» dans le pays. Actuellement l'exploitation se fait par deux puits dont l'un sert à l'aérage. Le sel est extrait à la profondeur de 70 mètres environ en blocs pesant jusqu'à 80 kilogrammes.

Malgré la bonne qualité du sel, l'écoulement n'en est pas considérable en raison des difficultés de transport.

Société minière de Zyrianovsky, à Moscou. — La mine de Zyrianowsk (Altaï du Sud) est une propriété du Cabinet de l'empereur. Elle a été louée par contrat à la société minière susdite.

Elle contient des minerais d'où on doit extraire de l'or, de l'argent et du cuivre.

La mine est actuellement en préparation, son ancienne exploitation étant défectueuse. Nous devrons citer notamment une installation hydraulique de 1,500 HP. alimentant une station centrale et un transport de force de 1,000 HP. sur 31 kilomètres sous 10,000 volts.

Nous n'avons pas eu de renseignements sur la constitution géologique de la mine, et la nature exacte des filons.

Société de Lovitch, à Varsovie. — Exposait une collection d'échantillons de phosphorites et coprolithes des gisements qu'elle exploite.

Cette société de produits et engrais chimiques a été fondée en 1895. Elle exploite les gisements de phosphates de Podolie. Ces phosphates riches (74 à 76 p. 100) sous forme de coprolithes s'extraient en quantités allant jusqu'à 20,000 tonnes annuelles.

Ces phosphorites se rencontrent soit dans les schistes argileux, de préférence dans les couches de Tutenkalk, soit dans les sables glauconieux appartenant au cénomanien.

Société minière franco-russe, à Saint-Pétersbourg. — Exploite des mines de calamine dans le gouvernement de Keletsk; exposait des échantillons et des plans.

Messager de l'industrie de l'or et de l'industrie minérale, à Tomsk. — Journal technique et commercial russe dont toute une intéressante collection de numéros était exposée.

M. Ovtchinnikov, à Ekaterinbourg (gouvernement de Perm). — Exposait une série de pierres précieuses extraites de l'Oural.

M. Goulichambaroff, à Saint-Pétersbourg. — Exposait des publications diverses sur l'art des mines.

M. le prince Zereteli (S.), à Kontaïs. — Exposait des minerais de manganèse.

M. Borovskikh, à Ekaterinbourg. — Exposait des pierres précieuses de l'Oural.

M. Baratoff (Prince D.), à Tiflis. — Exposait des pierres lithographiques.

M. Kouchelew (V. D.), à Varsovie. — Exposait des échantillons de minerais et roches des gîtes minéraux récemment découverts le long de l'Iennisseï, avec brochure.

M. Zaïtsew (A. M.), professeur à l'Université de Tomsk. — Exposait des brochures relatives aux gîtes minéraux de la Sibérie et de l'Oural.

M. Alaghir, Société d'industrie minière et de produits chimiques, à Vladicaucase. — Exposait des minerais de plomb et de zinc argentifères.

Société minière du Terek, à Moscou. — Exposait des échantillons de minerais de plomb et de zinc argentifères.

M. Voronovitch (M. N.), à Klintsy, gouvernement de Tchernigow. — Exposait des échantillons de tourbe provenant des tourbières Vestinsky, ainsi que du coke de tourbe, et de la poudre de tourbe pour désinfection ou pour engrais.

M. le baron de Batz. — Exposait des publications géologiques et minières.

RÉPUBLIQUE DE SALVADOR.

Au rez-de-chaussée du pavillon du Mexique se trouvaient les expositions de la République de Salvador.

Pour la Classe 63, nous citerons parmi les exposants récompensés :

1° Gouvernement de la République de Salvador. Minerais divers sans catalogue et mal classés.

2° Butters (Géo) et C° Limited, à San Miguel. Minéraux d'or, d'argent et de cuivre

3° Courtade (Octavio), à la Union. Minerais de fer.

4° Général Létona Lisandro. Minerais de cuivre de San Miguel.

5° Mac'Kay. Quelques échantillons de la plus importante mine d'or et d'argent du Salvador.

6° Minerais de la Gold Mining C°.

Le Commissariat du Salvador n'a pu nous obtenir ni documents, ni renseignements quelconques. A notre grand regret, nous devons donc nous borner à cette sèche nomenclature.

SERBIE.

L'exposition minière serbe se trouvait au rez-de-chaussée du pavillon royal de l'allée des Nations. Elle comprenait surtout les importants et intéressants envois du Ministère du Commerce, Département des Mines, savoir :

1° la carte des gisements minéraux serbes;

2° une collection d'échantillons des divers minerais du royaume, dont le détail figurait dans le catalogue spécial minier qui accompagnait la collection;

3° une collection d'échantillons des divers terrains de la Serbie;

4° une brochure, accompagnée d'une carte géologique et minière, du Dr Dim. J. Antoula, concernant la géologie et l'industrie minière du pays.

Voici ce que nous avons relevé de plus intéressant dans la brochure du Dr Antoula, où beaucoup de renseignements sont dus aux géologues serbes, MM. J. Zujovic et Blagojevic.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE DE LA SERBIE.

Les quatre différents systèmes montagneux de la péninsule des Balkans, savoir : les Alpes, les Carpathes, les Balkans et les Rhodopes, se croisent en Serbie et viennent compliquer la géologie du pays (fig. 98). C'est ainsi qu'à l'ouest, on trouve le type alpin qui domine en Bosnie, et à l'est, des chaînons à structure géologique analogue à celle des Balkans; le sud et une partie du centre du royaume font partie de la masse cristalline des Rhodopes.

Toute la surface est sillonnée en outre par un grand nombre d'affleurements éruptifs auxquels se rattachent la plupart des gisements métallifères.

Schistes cristallins. — Le terrain primitif est très répandu en Serbie, mais surtout au sud et au centre. Il est représenté par presque toutes les espèces caractéristiques de schistes cristallins et par des granits, des diorites et des gabbros.

La série des schistes serbes rappelle beaucoup celle des schistes lustrés des Alpes. Le professeur Zujovic les a divisés provisoirement en schistes primitifs et en schistes paléozoïques, suivant leur degré de cristallisation.

Terrain paléozoïque. — Il n'existe avec certitude qu'entre la Mlava et le Pek, et depuis Melnica jusqu'à Misljenovac; dans les conglomérats quartzeux, les grès et les

schistes argileux, on a rencontré des couches houillères de la formation carbonifère supérieure.

Une vaste zone de grès rouge affleure au nord-est de Sucha Planina, depuis Prozek jusqu'au Midzor, point culminant de la Serbie (2,186 mètres).

Trias. — Il est très développé à l'ouest et composé ordinairement de calcaires clairs et compacts, souvent dolomitiques, à base parfois de grès rouge. Au-dessus de Mokra Gora, M. Zujovic a trouvé dans ces calcaires beaucoup de bivalves et de gastéropodes rappelant les fossiles rhétiens des Alpes.

A l'est, les terrains triasiques sont représentés uniquement par une étroite zone au pied de Sucha Planina, où dominent des calcaires à facies de Karst. On trouve cependant aussi dans la vallée de Temska des grès schisteux et micacés, rouges et gris, analogues à ceux des couches de Werfen des Alpes.

Terrain jurassique. — Il n'est représenté qu'à l'est et n'atteint nulle part une grande puissance.

On peut signaler les dépôts du lias avec intercalation de couches de houille des environs de Dobra.

A Greben, au bord du Danube, M. Zujovic a relevé la série suivante, de bas en haut :

1° conglomérats permo-triasiques;

2° grès liasiques;

3° dogger, représenté par des calcaires à crinoïdes (puissance : 2 mètres), au-dessus desquels des calcaires renferment de l'hématite et de la limonite; ces calcaires sont équivalents à ceux de Svinjica, sur l'autre bord du Danube; ils renferment un grand nombre d'ammonites diverses;

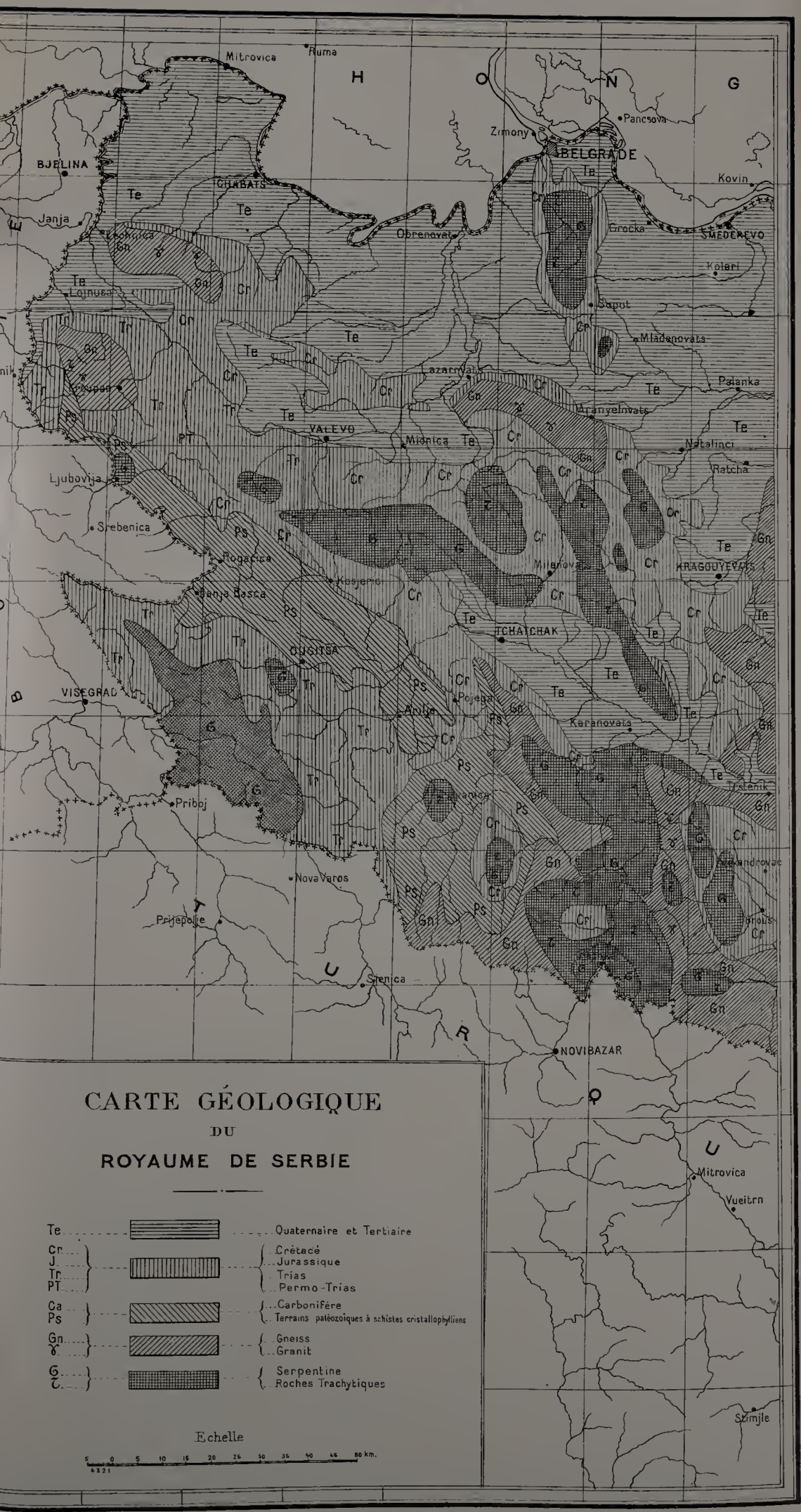
4° dépôts du callovien;

5° calcaires rouges et gris, mêlés de marne et de silex, et à nombreux céphalopodes;

6° calcaires foncés néocomiens et marnes fossilifères rappelant les horizons hauteriviens des Alpes.

Le jurassique se trouve aussi sur les bords de la Porecka-Reka, représenté surtout par le dogger et le grès liasique, très riche en fossiles; le Dr Radovanovitch, qui les a étudiés, en a déduit que les horizons du lias inférieur et la partie inférieure du lias moyen n'existent pas dans le sud, où la transgression liasique a commencé plus tard, mais eut une durée plus longue que pour les terrains des environs de Rgotina.

Terrain crétacé. — Il occupe une très grande étendue. Sa masse principale se trouve à l'est de la Serbie, depuis le Danube jusqu'au sud de la frontière du département de Pirot. Il comprend toutes les montagnes calcaires de cette étendue. Il n'y a guère d'interruptions que dans la gorge du Danube.


CARTE GÉOLOGIQUE
DU
ROYAUME DE SERBIE
Te Quaternaire et Tertiaire
Cr Crétacé
J Jurassique
Tr Trias
PT Permo-Trias
Ca Carbonifère
Ps Terrains paléozoïques à schistes cristallophylliens
Gn Gneiss
γ Granit
G Serpentine
τ Roches Trachytiques
Echelle
50 km.
BELGRADE
Mitrovica
Ruma
Pancsova
Zimony
Kovin
BJELINA
CHABATS
Janja
Obrenovat
Grocka
SMEDEREVO
Kolari
Lojnusa
Sapot
Mladenovats
Palanka
Lazarevats
Aranyelovats
VALEVO
Mionica
Natalinci
Ratcha
Ljubovija
Srebenica
Rogatica
Milanovats
KRAGOUYEVATS
Banja Basca
TCHATCHAK
OUGITSA
VISEGRAD
Arilja
Pojega
Karanovats
Priboj
Nova Varos
Prijepolje
Sjenica
NOVIBAZAR
Mitrovica
Vueitrn
Stimjle
Bela Crkva
Mehadia
Cradiste
Colombacs
POJERAVATS
TURNU SEVERINU
Kladovo
Sabaotce
Aleksandrovac
Kuchevo
Milanovats
Borza Palanka
Marjanovic
V. Orasje
Zabari
Petrovats
SVILAINATS
NEGOTIN
Jagodnitsa
V. Popovic
Despotovats
Bagardan
YAGODINA
TCHOUPRIA
ZAITCHAR
VIDIN
KALAFAT
Poena
Koula
PARATCHIN
Recovats
Boljevats
Varvarin
Rajan
Banja
Belogradchik
KROUCHVATS
KNJEVATS
ALEXINATS
NICH
PROKOPLE
Bela Palanka
PIROT
Kou Kaumie
Tsari Brod
LESKOVATS
Vlasinica
Trn
Bresnik
PRICHTINA
VRANJE
Pernik
Radomir
Isvor
Bosiljgrad
Gilan

C. F. E.

Des masses crétacées apparaissent aussi à l'ouest de la Serbie. Enfin, au centre, se trouvent quelques îlots isolés.

D'une manière générale, les dépôts crétacés se composent : dans les horizons inférieurs, d'argile et de calcaires; dans les horizons supérieurs, de grès et de calcaires marneux.

Certaines couches sont fort riches en faunes littorales néocomiennes. Les lamellibranches y dominent, comme les céphalopodes dans les étages de l'aptien et du gault.

A l'est de la Serbie, affleurent surtout les terrains crétacés inférieurs, tandis qu'à l'ouest ce sont les assises de la craie supérieure que l'on rencontre.

Terrain tertiaire. — Cette formation occupe les vastes étendues des bassins de la Save, du Danube, de la Morava et du Timock. Elle est exclusivement représentée par des dépôts néogènes, avec inclusions de lignites, dont quelques-uns sont exploités.

Terrain quaternaire. — Sur les bords des vallées fluviales, on a trouvé des débris de mammouths et beaucoup de mollusques continentaux avec le loess. Mais le quaternaire se présente surtout sous forme de hautes terrasses d'argile mêlée de cailloux, atteignant une grande puissance. Ces terrasses sont parfois disposées en gradins.

Aucune trace de glacier n'a encore été remarquée en Serbie.

Roches éruptives. — Elles jouent un grand rôle dans le pays.

Les anciennes roches granitiques apparaissent surtout dans les terrains cristallins. Les serpentines sont dispersées çà et là dans toute la Serbie, mais plutôt dans le terrain cristallin; ces serpentines sont d'âges très divers, le plus souvent inconnus; on sait seulement qu'il y a des serpentines plus anciennes que le crétacé supérieur qui les couvre. A Bukovi, les roches éruptives récentes sont souvent accompagnées de gisements minéraux.

Au nord-est, on observe trois lignes d'affleurements de roches trachytiques. La première est voisine des mines de Kukajna (zinc) et de Senjé (lignite). D'après M. Zujovic, les roches trachytiques existent dans les Carpathes et dans le massif des Rhodopes, mais très rarement dans les Alpes et les Balkans. Parmi les roches trachytiques, c'est l'andésite qui domine.

GISEMENTS MÉTALLIFÈRES.

Or. — Les gisements aurifères serbes (fig. 99) étaient déjà en grande partie connus des Romains; mais ils furent surtout exploités au XIVe et au commencement du XVe siècle. Les vieux travaux se trouvent pour la plupart dans les bassins du Pek et de la Porecka-Reka. Ils ont été étudiés par M. Blagojevic. De nombreux puits, encore visibles, indiquent la direction des filons aurifères. On a même retrouvé d'anciens outillages pour le broyage et le lavage à Lipaujska-Reka.

On ignore encore la cause de l'abandon de ces mines; on croit cependant qu'il est dû surtout à l'ignorance, à cette époque, des méthodes d'extraction de l'or des minerais sulfurés.

D'autres travaux anciens sont encore visibles dans le département de Timok, mais surtout à Déli-Jovan, où on les remarque sur une étendue de 30 kilomètres carrés. Mais les gisements primitifs de l'or n'ont été prospectés que tout récemment.

Les recherches effectuées ont permis de distinguer trois types de gisements d'or en filons quartzeux :

1° dans les terrains cristallins;

2° dans les serpentines ou les gabbros;

3° dans les roches trachytiques.

Gisements primaires aurifères.

I. **Terrains cristallins.** — Malgré l'abondance des schistes primitifs en Serbie, l'or ne s'y rencontre qu'au nord-est, entre le Danube et le Timok (massif de Krajina).

Dans les gisements granitiques, M. Blagojevic n'a trouvé que des minerais cuivreux aurifères.

Les principaux gîtes primaires aurifères de Krajina sont les suivants :

1° Dans la *vallée de la Cestobrodica,* dont le lit est creusé dans les micaschistes et les chloritoschistes, affleurent des sulfures complexes, plus ou moins aurifères, et des quartz métallifères.

M. le professeur viennois Rainer a analysé de nombreux échantillons des chloritoschistes aurifères provenant de la vallée de Cestobrodica.

2° *Gîte de Valja Mare,* près de Duboka. — Ses chloritoschistes ont été étudiés par M. Rainer et par M. Hofmann, qui y a trouvé des pépites d'or.

3° *Gisement de Stojanov-Potok,* près de Neresnica. — Sur la rive gauche du Pek, une galerie a recoupé plusieurs filons parallèles de 1 m. 50 de puissance moyenne, dont l'un surtout, richement minéralisé, renferme de la pyrite, du mispickel, de la chalcopyrite et de la galène, avec une teneur en or de 8 grammes à la tonne, d'après les analyses de M. Rainer.

4° *Gisement de Jabukovacki-Potok.* — C'est un filon de 1 mètre, qui a été recoupé par une galerie dans des schistes imprégnés de pyrite, de mispickel et de galène. Les analyses de M. Blagojevic ont donné 8 à 10 grammes d'or à la tonne pour les divers échantillons étudiés.

5° *Gîte de Blagojev-Kamen.* — Là, les anciens travaux couvrent 500 hectares.

Les recherches ont amené récemment la découverte, sur la pente du Radul, et sur une longueur de 200 mètres, d'un filon quartzeux, dont la puissance varie de 50 centimètres à 1 m. 50. Dans le quartz, on trouve de la galène, des pyrites et de la blende, parfois du fer magnétique. D'après M. Blagojevic, des échantillons auraient donné à l'analyse 85 grammes d'or et 230 grammes d'argent à la tonne.

CARTE DES GÎTES MINÉRAUX
DU
ROYAUME DE SERBIE
Légende
Au Or
Alluvions auriféres
Ag Argent
Hg Mercure
Cu Cuivre
Pb Plomb
Zn Zinc
Ni Nickel
Sb Antimoine
As Arsenic
Mn Manganèse
Fe Fer magnétique
Fe Oligiste et limonite
Fs Pyrite de fer
Minerais mixtes
S Soufre
Travaux miniers actuels
Travaux miniers anciens
Usines
Graphite
Houille
Lignite proprement dit
Lignite ligneux
Schistes bitumineux
Asphalte
Gypse
Kaolin
Magnésite
Meulière
Pierre lithographique
Pierre á bâtir
Marbre
Pierre á ciment
Carriéres
Bains d'eaux minérales
Sources minérales
Te Quaternaire et tertiaire
Cr. J. Tr. PT. Crétacé, Jurassique, Trias et Permo-Trias
Ca. Ps. Carbonifère et autres dépôts paléozoïques avec schistes cristallophylliens
Gn. τ Gneiss et Granit
G. τ Serpentine et Roches trachytiques
5000 M. 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Km.
Echelle
H O N G
S E R B I E
B O S N I E
T U R Q U
BELGRADE
Zimony
Pancsova
Kovin
Smederevo
Grocka
Kolari
Supot
Mladenovats
Azanja
Palanka
Vodice
Bošnjane
Natalinci
Ratcha
Barbici
Jovanovac
KRAGOUYEVATS
Kragujevac
Topola
Banja
Orasac
Aranyelovats
Bašin
Lazarevats
Baroševac
Arnajevo
Stepojevac
Obrenovats
Umka
Ostružnica
Bitopek
Begalica
Petrijevo
Drugovac
Mijailovac
Brous
Aleksandrovac
Tršenik
Stanisinci
Staba
NOVIBAZAR
Mitrovica
Vuéitrn
Stimlje
Sienica
Prijepolje
Nova Varos
Priboj
VISEGRAD
Rogacica
Srebenica
Ljubovija
Lojnusa
Zvornik
Janja
BJELINA
CHABATS
Lechnica
Mitrovica
Ruma
Save
Drina
Danube
Ivanica
Karanovats
Tchatchak
Gucai
Pajega
Ougitsa
Kosjerici
Banja Basta
VALEVO
Mionica
Lazarevats
Slatina
Tubravić
Ravnje
Tometina Polje
Druzetici
Rakovica
Atenica
Slatina
Premeče
Luke
Rokci
Deretin
Rovine
Dajici
Rudno
Kachka
Trava
Polumir
Brežna
Maglič
Lopatnica
Gradac
Ljubiš
Bella Reka
Draglica
Negbina
Sirogojno
Brekovo
Semegnjevo
Jablanica
Dobroselica
Makra Gora
Stavovica
Roge
Zlakusa
Arilje
Kanan
Gradina
Junici
Perunac
Jagoštica
Kanaklije
Nadoševac
Stapari
Pear
Tresnjica
Obleđac
Ražana
Lunjevica
Kutlovo
Bankovici
Banjani
Valereč
Smrdljikovac
Jelovik
Zupanjac
Vračević
Popučke
Babina Luka
Rabas
Kamenica
Lopatanj
Pecka
Petnik
Kruševac
Koviljaca
Tekeriš
Kamenica
Jadran Lešnica
Bolić
Novo Selo
Petlovača
Ohrid
Varna
Zablace
Provo
Beljon
Ušće
Stublina
Brović
Draževac
Orašac
V. Bosnjak
Gradojevic
Brezovica
Oub
Gunjevci
Crnitjevo
Tvrdojevac
Sor
Drina
Crna Bara
Bogatic
Klenje
Drevonac
Nocaj
Vinča
Belopek
Ostružnica
Umka
Begalica
Petrijevo
Kolari
Mijailovac
Drugovac
Supot
Azanja
Palanka
Vodice
Bošnjane
Natalinci
Ratcha
Barbici
Jovanovac
Kragujevac
Kutlovo
Lunjevica
Valereč
Banjani
Bankovici
Smrdljikovac
Jelovik
Banja
Topola
Orasac
Aranyelovats
Bašin
Lazarevats
Baroševac
Arnajevo
Stepojevac
Obrenovats
Umka
Ostružnica
Bitopek
Begalica
Petrijevo
Kolari
Mijailovac
Drugovac
Supot
Mladenovats

R I E
R O U M A N I E
S E R B I E
B U L G A R I E
Bela Crkva
Mehadia
Gradiste
Vinca
Drmno
Kurjaci
Dubravica
Bretane
POJEREVATS
Smoljinac
Goloubacs
Bozevac
Poljana
Saraorte
Aleksandrovac
Oreovica
Trnavac
V. Orasje
Zabari
Porodin
Kušiljevo
Petrovats
Stamnica
Ristica
V. Lapole
Kucevo
Ratova Bara
Milanovats
Majdanpek
Debli Lug
Mosna
Toponica
Brza Palanka
Ghabovica
Rogelji
Mijajlovac
Radujevac
Tekija
Petrova Sela
S. Orsava
Kladovo
Recica
Korbovo
TURNU SEVERINU
Jasikovo
Tanda
Trnjani
NEGOTIN
Sicole
Bljuvanovac
Rajac
Tamnik
Danube
SVILAINATS
Veričevo
Zlatovo
Crkvenac
Jagoubitsa
Magudica
Krupaja
Miliva
Medvedja
V. Popovic
Despotovats
Strmosten
Zidilje
Jezero
Bagrdan
Panjevac
Dražmirovac
Bigrenica
Voljavca
YAGODINA
Paljani
TCHOUPRIA
Sinjski Majdan
Sanganovac
Gamzigrad
ZAITCHAR
Koula
VIDIN
KALAFAT
Poena
Sušjkovac
Reccovats
PARATCHIN
Reševica
D. Mutnica
Krivivir
Boljevats
Valakonje
Bella Reka
Belušić
Orasje
Varvarin
Rajac
Zalogojevac
Bania
Čitluk
Bučje
Belogradtchik
KROUCHVATS
Kamenjaca
Trebotin
ALEXINATS
Lipovac
Krupac
Katun
Topla
KNEJEVATS
Orešac
Niševac
Pružina
Ravno Bučje
Slačina
Grejevci
Grejac
Kamenica
Periš
Topli dol
Vitkovo
Zlatari
Popovo
Biljeg
NICH
Malca
Ostrovica
Krupac
Batote
Trnava
PROKOPLE
Temska
Lukanja
Dojkinci
Barbatovac
Kourchaumlé
Bučinci
Bela Palanka
Kosmevac
Koritnica
Gnjilan
PIROT
Ržana
Banja
Arbanaska
Tačevac
Bojnik
Prolom
Kupine
Majkovac
LESKOVATS
Berovica
Tsari Brod
Vlasinica
Orah
Gare
Jabukovo
Stubla
Sekivača
Djulekare
Grahovo
Ruplje
Crna Trava
Trn
Mrkonja
Stara Banja
Mrtvica
Repište
Mačkatica
Bresnik
Mušica
PRICHTINA
Đurdulica
Belišev
Ćesurica
Biljanica
Pernik
Radomir
VRANJE
Banja
Kriva Feja
Isvor
Bosiljgrad
Gilan
Bunoševce
Bujanovac
Manjanca

C. F. E.

6° *Gisement de Vratarnica*, dans le Timok. — Là encore, d'anciens travaux miniers ont guidé les recherches modernes. Celles-ci auraient donné jusqu'à 250 grammes d'or à la tonne pour un échantillon.

7° *Gisement de Tanda*, dans un massif granitique. — On en a tout récemment extrait de l'or par lavage à proximité d'un filon quartzeux de chalcopyrite. M. Blagojevic, qui a étudié ce gisement de Tanda, déclare y avoir trouvé jusqu'à 30 grammes d'or à la tonne.

L'intérêt consiste surtout dans les alluvions aurifères de la rivière Komsa, qui traverse le massif granitique d'Omolge.

II. **Gisements aurifères dans les serpentines et les gabbros.** — Ils ne sont encore connus que dans la région de Déli-Jovan. C'est là, d'après M. Hofmann, qu'une pépite d'or pesant 215 grammes a été trouvée en labourant un champ.

Les filons quartzeux sont en général pyriteux; ils renferment parfois du mispickel, rarement de la galène. Leur puissance est très variable et peut atteindre plusieurs mètres; ils sont inclus dans un gabbro très compact.

La teneur à Déli-Jovan varie de 20 grammes à 40 grammes d'or par tonne, d'après M. Blagojevic. En général, la partie la plus riche en pyrite est aussi la plus riche en or.

De nombreuses analyses ont été faites dans un laboratoire construit sur les mines.

D'après les géologues serbes, les gisements aurifères de Déli-Jovan seraient les plus riches et les plus importants du royaume.

III. **Gisements aurifères dans les trachytes.** — Ils sont peu nombreux, peu riches et tous situés dans la région trachytique de Crna-Reka (département du Timok). Cette région est formée d'îlots crétacés et tertiaires, d'où émergent des montagnes coniques, composées surtout d'andésites à amphibole ou à mica noir. D'anciens travaux pour l'exploitation de l'or y ont été trouvés par M. Blagojevic, qui y a ramassé des échantillons ayant donné, d'après lui, jusqu'à 200 grammes d'or à la tonne. Des paysans ont découvert quelques pépites d'or dans les cours d'eau de la région en amont de Zlot.

Les trachytes de Crna-Reka sont imprégnés parfois de pyrites aurifères, ce qui les rapproche de certains gisements hongrois.

On a signalé récemment quelques filons quartzeux aurifères, à l'ouest de la Serbie, dans des argilo-schistes werféniens analogues à ceux de la Bosnie, où les recherches sont si actives depuis quelque temps.

Gisements aurifères secondaires.

Ils ont été étudiés par M. Hofmann en 1892 et par M. Blagojevic en 1899. Voici les principaux :

1° *Bassin du Pek.* — Les dépôts diluviaux de ce bassin, qui atteignent 50 mètres de puissance dans la vallée de la Recica, sont formés en général de couches de cailloux et de sables, avec intercalations fréquentes d'argile plastique utilisée pour la poterie.

D'après M. Hofmann, les dépôts les plus riches sont ceux de Lakudin-Zbeg, où, en une seule journée, il aurait obtenu par lavage plus de 100 grammes d'or en grains à arêtes aiguës.

2° *Bassin de la Mlava.* — Ses dépôts sont importants; ils portent la trace de travaux anciens, surtout à l'ouest et au sud des ruines de Kucajna. Mais ils ont été reconnus stériles entre la Vitovnicka et l'Oreskovica.

3° *Bassin de la Porecka-Reka.* — C'est le plus pauvre. M. Blagojevic n'a guère trouvé d'or que dans les pyrites de la région.

4° *Bassins de la Plavnica et de la Jasenica.* — Les alluvions aurifères principales sont celles des environs de Trnjane et de Sarkamen.

5° *Bassin du Timok.* — D'après MM. Blagojevic et Gikic, les alluvions des affluents Sikolska, Salaska et Glogovacka sont riches en pépites associées parfois à des grains de plomb, qui proviennent d'anciennes usines de traitement sur place de la galène.

Mercure. — On connaît en Serbie deux mines de cinabre :

1° Celle d'*Avala,* dans une région étudiée par M. Zujovic et formée, d'après lui, de couches de calcaires, de marnes, de grès et d'argiles crétacées encaissées dans des serpentines ou des quartzites. Ces derniers sont abondants : ils constituent notamment les crêtes des montagnes. C'est au bord de trachytes que se trouvent les imprégnations de cinabre, qui renferment aussi de la barytine et du mercure natif. La teneur du minerai serait, d'après M. Zujovic, de 1 à 10 p. 100 de mercure.

2° La mine de *Brajici,* étudiée par M. Gikic. Son gisement se compose de cinabre en paillettes, en agrégat cristallin et en poussière rouge, associé à du quartz en filons dans des calcaires métamorphisés et d'une porosité remarquable. Il s'étend du nord au sud, sur les bords du Danilov-Vrh et sur une longueur de 600 mètres, à 1 kilomètre seulement de la route royale de Milanovac à Valjevo par Subovor. Des tas d'anciennes scories prouvent que du mercure en a été extrait autrefois.

Plomb. — La galène serbe est souvent argentifère, parfois aurifère. Ses principaux gisements sont des filons au contact de trachytes et de calcaires mésozoïques. Ce sont ceux :

1° De *Podrinje,* qui a été exploité pendant des siècles; il commence à être épuisé. Cependant on a construit récemment une usine à plomb près de la mine dite *Alexandre Ier,* à Cadjavica.

2° D'*Avala,* où nous avons déjà signalé le cinabre. Le plomb y a déjà été exploité très anciennement (nombreux vestiges du temps des Romains).

L'extraction fut reprise en 1886, à 7 kilomètres de la station de Ripanj, et continuée en 1895 par la *Société privilégiée des mines de Ripanj,* qui exposait des échantillons de minerais.

La puissance des filons varie de quelques centimètres à 2 mètres. Le minerai est mixte; il contiendrait en moyenne 12 p. 100 de plomb, 0.07 p. 100 d'argent, 0.0005

p. 100 d'or, 0.5 p. 100 de cuivre, 40 p. 100 de chaux et 20 p. 100 de pyrite, d'après les renseignements fournis par la Société.

La production annuelle a atteint 8,000 tonnes. Un atelier de lavage a été installé, avec moteurs à vapeur d'une puissance de 118 chevaux. Les minerais sont tous lavés sur place, puis expédiés à l'étranger.

3° De *Kosmaj*, où l'on a trouvé une masse énorme de scories anciennes (étudiées par M. Kléric), d'une teneur moyenne de 5 à 6 p. 100 de plomb argentifère.

Une entreprise particulière y continue les recherches.

4° De *Rudnik*, également connu des anciens, qui en ont tiré de l'or, de l'argent, du cuivre et du plomb.

On a entrepris récemment des recherches dans cette région.

Les analyses des minerais de Rudnik ont donné : 4 à 12 p. 100 de plomb, 1 à 10 p. 100 de zinc, 2 à 6 p. 100 de cuivre, et 26 à 150 grammes d'argent par 100 kilogrammes de plomb.

Ces gisements ont été concédés en 1894 pour une durée de cinquante ans.

5° De *Kopaonik*, encore peu connu. La galène y serait très argentifère, d'après M. Blagojevic. Des travaux de recherches sont en cours d'exécution.

6° De *Djurina Sreca*, près du village de Ruplje. Les filons, au contact des trachytes et des micaschistes, ont une puissance variant de quelques centimètres à 1 mètre. Les minerais, analysés en 1892 par M. Lozanic, renfermeraient jusqu'à 56 p. 100 de plomb et 236 grammes d'argent par 100 kilogrammes de plomb.

Le gisement a été concédé en 1894 pour cinquante ans.

7° De *Kucajna*. Mines très anciennes : il y a encore des débris de l'outillage des Romains, et de nombreux vestiges de leurs travaux à ciel ouvert. Les travaux modernes furent commencés en 1618, lors de l'occupation autrichienne, puis abandonnés en 1738. Après l'affranchissement de la Serbie, l'État les reprit en 1844 et, en 1862, concéda les mines pour une durée de cinquante ans.

La région minière est d'environ 4 kilomètres carrés : elle est malheureusement située à 35 kilomètres du port le plus proche sur le Danube.

Les gisements sont surtout des amas lenticulaires, qui ont été analysés en 1898 par M. Blagojevic (0.57 p. 100 d'argent et 0.07 p. 100 d'or).

La production a été : en 1891, de 59 tonnes de minerai et en 1892, de 72 tonnes. Le pour cent moyen de plomb obtenu pendant les huit derniers exercices se serait élevé à 27.90, avec de 6 à 650 grammes d'or par tonne de minerai, et 455 grammes d'argent par 100 kilogrammes de plomb.

Les minerais de Kucajna sont les plus riches en or et argent de la Serbie.

Zinc. — Les minerais de zinc sont associés à la galène ou aux pyrites de fer ou de cuivre. Aussi les trouve-t-on à :

1° *Kucajna*, où la production a été, en 1890, de 48 tonnes; en 1891, de 30 tonnes 9 et, en 1892, de 68 tonnes 5;

2° *Zavlaka,* dans le gisement de Podrinje, exploité surtout pour ses minerais de plomb;

3° *Rudnik;* dans les travaux de Jézero, quelques filons contiennent jusqu'à 25 et même 30 p. 100 de zinc (gisement de Bezdan).

Cuivre. — Les gîtes cuprifères serbes sont situés surtout à côté des serpentines (amas lenticulaires de chalcopyrite ou d'oxydes secondaires de cuivre); au contact des roches trachytiques et des calcaires ou des schistes cristallins, ils sont souvent associés à d'autres minerais.

Enfin certains grès rouges renferment des imprégnations cuivreuses.

La principale mine est celle de *Porljen,* dans un massif serpentineux. Ses minerais sont vendus sur place sous forme de matte à 30 p. 100 de cuivre.

L'exploitation est récente.

Comme autres gisements connus, il convient de citer ceux de *Vragocanica,* qui contiennent aussi de l'argent; ceux de *Suvobor,* étudiés par M. Gikic, et ceux de *Cèmerno,* de *Troglar* et de *Majdanpek.* Ces derniers gisements présentent de nombreux vestiges de travaux anciens, sur une longueur de 4 kilomètres et une largeur de 600 mètres. L'exploitation en était active de 1719 à 1738; elle fut reprise en 1850 par l'État serbe, qui en retirait à la fois le fer et le cuivre. L'État a concédé ensuite les mines à des entreprises particulières, qui extraient les minerais de cuivre, malgré leur faible teneur, à cause de la grande puissance des amas.

La production en 1898 a été de 4,712 tonnes, avec une moyenne de 2.74 p. 100 de cuivre.

Les minerais sont fondus sur place dans un water-jacket chauffé au bois. Le produit exporté est du cuivre noir à 96 p. 100. L'ensemble des moteurs représente une force de 447 chevaux à Majdanpek.

La localité est à 33 kilomètres du port de Milanovac, sur le Danube. Un chemin de fer à voie étroite de 14 kilomètres amène à l'usine le bois de la vallée de la Saska.

Arsenic. — Le réalgar affleure en Serbie près de *Donja-Tresnica* (département de Podrinje). Le mispickel est associé à d'autres sulfures métalliques; à *Rudnik* et à *Avala,* on l'extrait comme produit secondaire.

Antimoine. — Les seuls affleurements importants sont ceux de *Podrinje.* On y exploite aujourd'hui la mine de *Zajaca,* où l'on distingue deux espèces de gisements :

1° des filons-couches, ayant pour toit des calcaires triasiques, en bancs épais, et, pour mur, des calcaires compacts;

2° des filons dans des roches trachytiques ou dans des schistes.

Le sulfure d'antimoine est transformé parfois en valentinite ou en sénarmontite.

Les minerais sont fondus dans les fourneaux de l'État, à Krupanj.

La mine de Zajaca a été concédée en 1899 à une société par actions.

Chrome. — On l'a trouvé seulement dans les roches serpentines.

Les affleurements les plus importants de chromite sont ceux :

1° De *Premeca.*

L'analyse de M. Lozanic a donné :

	p. 100.		p. 100.
Cr^2O^3	54.32	CaO	2.02
Al^2O^3	14.16	SiO^2	2.98
FeO	12.56		
MgO	13.79	TOTAL	99.83

2° De *Surobor* (chromite à 52 p. 100 de peroxyde de chrome).

Fer. — L'industrie du fer n'est pas encore développée en Serbie, malgré l'abondance du minerai. Les recherches ont été jusqu'ici peu nombreuses. Les plus importants gisements sont ceux de fer magnétique des terrains cristallins de *Kopaonik* et du département de *Podrinje.*

Manganèse. — Ses gisements sont rares en Serbie et peu connus.

Combustibles minéraux. — Leurs dépôts ont en général le caractère de bassins isolés :

I. *Houille carbonifférienne.* — Elle existe dans le Pek, mais est peu connue.

II. *Houille liasique et crétacique.* — C'est la plus importante.

Les exploitations actuelles sont celles :

1° De *Dobra,* sur le Danube, en face de celle de Drenkova, en Hongrie. — Le gisement a été reconnu sur 4 kilomètres de longueur; d'après M. Zujovic, il appartient au lias inférieur. On y exploite trois couches : la couche supérieure, d'une puissance de 3 mètres; celle du milieu, de 10 mètres, et la couche inférieure, subdivisée elle-même en trois petites couches d'une épaisseur totale de 2 mètres.

La houille extraite se délite facilement à l'air, mais on en fait des briquettes.

L'analyse par M. Lozanic d'un échantillon de *Boljetin* (au sud-est de Dobra) a donné :

	p. 100.		p. 100.
Houille de Dobra :		Eau	2.45
C pur	65.93	Cendres	20.65
H	4.04	Matières volatiles	15.22
O	7.89	Coke	58.64

Pouvoir calorifique..... 5,995 calories.

2° De *Vrska-Cuka.* — Des trois couches exploitées actuellement, la principale a une puissance variant de 2 à 8 mètres, mais la moyenne se rapproche de 2 mètres.

Le bassin appartient au lias inférieur; sa houille se délite aussi à l'air et on en fait surtout des briquettes.

3° De *Dobra-Sreca*. — On y exploite une couche de 1 m. 50 de puissance, dans des marnes de la craie supérieure.

Charbon tertiaire. — Il existe en bassins isolés et peu étendus.

Mines de lignite de Senjé (à l'État). — Ces mines importantes sont à 22 kilom. 500 d'une ligne principale de chemin de fer, à laquelle elles sont reliées par une voie d'intérêt local.

A la base du lignite se trouve un conglomérat. L'épaisseur des couches est de 7 à 8 mètres en moyenne, de 3 mètres au minimum et de 20 mètres au maximum. Au toit, sur une argile rouge peu puissante, reposent en discordance des calcaires. La direction des couches est O.-E. et l'inclinaison de 20 à 30 degrés vers le nord. Le gisement a déjà été reconnu sur 900 mètres.

Le lignite de Senjé renferme environ 37 p. 100 de matières volatiles, 14 p. 100 de cendres, 59 p. 100 de carbone fixe, et développe 5,000 calories.

En 1898, 270 mineurs ont travaillé à la mine, pour un salaire moyen de 783 fr.; la production n'a pas dépassé 40,000 tonnes.

D'autres gisements de lignite ont été reconnus :

1° à *Zidiljé*, qui eut un commencement d'exploitation; l'extraction fut arrêtée par le manque de capitaux ;

2° à *Sisévac*, à 10 kilomètres de Senjé;

3° à *Jalasnica*, près la ville de Nisch (on y commence des travaux);

4° à *Jaran-Dol;*

5° à *Aliksar* (lignite réservé à l'État; puissance : 2 à 4 mètres);

6° à *Radenska-Kljucata* (bassin de 6 kilom. carrés) : 5 couches dont l'ensemble forme 7 m. 40 de charbon. Ce lignite, très pur, a été utilisé en 1874 et 1875 par les usines de Majdanpek; le gisement est à nouveau à l'étude;

7° à *Badanja* (bassin de la *Drina*). Ce lignite, étudié par M. Babu, a été analysé au laboratoire de l'École des mines de Saint-Étienne :

	p. 100.		p. 100.
Eau	15.89	Cendres	13.76
Matières volatiles	37.29	Carbone fixe	43.06

Le rendement en coke est de 46.81 p. 100 en moyenne;

8° dans le bassin de la *Save*. On y exploite, mais d'une façon très peu active, une puissante couche de lignite, près d'Ub ;

9° dans le bassin de la *Morava*, à proximité d'une voie ferrée; un lignite d'excellente qualité est exploité à *Cicevac*, à 4 kilomètres de la station de ce nom.

Le mur et le toit se composent de schistes bitumineux. La couche a 3 mètres de puissance; elle renferme de petits filets d'argile charbonneuse. Sa direction est nord-sud et l'inclinaison (vers l'ouest) variable.

Le terrain a été étudié sur 800 mètres. L'extraction se fait par un puits. Ce lignite, analysé par M. Lozanic, a donné :

	p. 100.		p. 100.
Carbone	53.89	Matières volatiles	38.46
Eau	13.25	Coke	38.97
Cendres	9.32	Pouvoir calorifique	4,621 c.

Production : 10,000 tonnes par an;

10° à *Kostolac,* sur les bords du Danube. On y exploite une couche de 18 mètres. La production annuelle est de 20,000 tonnes;

11° dans le bassin du Danube; on vient d'y commencer l'exploitation d'une couche de 3 à 5 mètres de lignite, s'étendant sur une grande longueur, entre Vlaska et Rajkovac;

12° au *Timok* (bassin tertiaire); les paysans y exploitent une couche de lignite de 2 à 3 mètres, dans des grès et des argiles sarmatiques.

Carrières. — Les principales sont celles de :

1° granit, à *Bukulja;*

2° trachytes, à *Stubal* (carrières de l'État);

3° marbres, à *Studenica, Téocin, Vencac;*

4° pierre lithographique, à *Suvobor* (puissance des couches : 5 à 12 centimètres; puissance totale : 2 mètres); le grain est fin, de couleur bleue ou jaunâtre; la pierre, dite de *Struganik,* est portée jusqu'à la Sare par une route de 45 kilomètres, où circulera bientôt un tramway à vapeur;

5° ardoises, à *Gornja-Bukovica;*

6° pierres à ciment, près de Belgrade, à *Ripanj,* où on vient de créer une usine à ciment.

Sources minérales. — Elles sont nombreuses en Serbie et réservées à l'État; on les utilisait déjà du temps des Romains.

On les divise en :

1° *sources alcalines* de Arandjelovac, Palanka, Loznica (froides) et Vrnjci (thermales : 36°);

2° *sulfureuses et ferrugineuses* de Smrdan-Bara (de 20 à 30°);

3° *sulfatées* de Ribarska-Banja (88°), Brestovacka-Banja (40°), Sarbanovacka-Banja (28°), Ganzigradska-Banja (40°);

4° *sources diverses :* Soko-Banja (46°) et Niska-Banja (36°) [1].

[1] Cf. *Étude des eaux minérales serbes*, par le Dr Th. Mirkovic, Paris, 1902.

LÉGISLATION MINIÈRE SERBE.

Les mines appartiennent à l'État.

Permis de recherches. — Ils sont de deux sortes :

1° *simples :* d'une durée d'un à trois ans et ne pouvant s'étendre que sur trois communes. Redevance annuelle : 50 francs pour la première année, 100 francs pour chacune des deux autres, qui sont considérées comme une prolongation;

2° *à droit exclusif :* renouvables chaque année et portant sur un nombre quelconque de champs miniers d'une superficie maxima de 500,000 mètres carrés; taxe de 500 francs par an, réduite à 250 francs pour la première année; en outre, droit fixe de 10 francs par champ minier de 500,000 mètres carrés.

Les droits sont héréditaires et transmissibles.

Concessions. — Elles sont données pour un nombre de champs miniers limité par une commission.

Chaque champ minier concédé est de 100,000 mètres carrés au plus.

Les concessions sont de cinquante ans, la redevance de 12 francs par champ et de 1 p. 100 du revenu brut.

Au bout de quinze ans d'exploitation régulière et conforme au règlement, le concessionnaire devient propriétaire de la mine, mais il est toujours assujetti à payer la régale.

Les permis de recherches et les concessions sont donnés au premier demandeur.

Au point de vue administratif, le pouvoir suprême appartient au Ministre de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, assisté du Conseil Minier et du Service des Mines.

Les permis et concessions sont donnés par le Ministre; c'est lui qui prononce aussi les amendes, mais il y a recours possible au Conseil d'État.

La concession est donnée en même temps pour tous les minerais des champs miniers.

Le concessionnaire est tenu d'alimenter une caisse de retraites pour les mineurs, sur les salaires desquels il retient 3 p. 100. Une deuxième caisse, non obligatoire, permet de donner des secours aux familles des mineurs en cas de maladie ou de mort. Les ouvriers qui en font partie versent 2 p. 100 de leur salaire.

EXPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Parmi celles qui ont reçu une récompense, nous avons remarqué celles de :

1° M. Weifert (Georges), de Belgrade (pépites d'or, échantillons de cinabre);

2° MM. Redlich, Drenstein et Spitzer, de Belgrade (pierres meulières);

3° MM. Fünke et Springmann, de Hagen, en Westphalie (pierres lithographiques).

SIAM.

Les minerais qui devaient figurer au pavillon du Siam (au pied de la tour Eiffel) ne sont jamais arrivés à Paris. Mais le Commissariat général siamois a publié, à l'occasion de l'Exposition, une notice dont nous allons résumer les pages concernant les mines, en les complétant par quelques renseignements fournis par l'ingénieur des mines, M. J.-M. Bel, qui fit deux explorations au Siam, en 1893 et en 1897.

Le Gouvernement siamois est favorable au développement de l'industrie minière : c'est ainsi que, pour développer l'extraction de l'étain, il a créé une succursale du département des mines à Puket. Tout récemment il a délivré plusieurs concessions, notamment celle des mines de cuivre de Chantuck.

Mines d'or. — La plus ancienne mine siamoise est celle de Bang-Ta-Phan, dans la province de Champhon, au pied des hautes montagnes qu'on appelle les *300 Pics,* au nord-est de l'isthme de Krâ.

La mine a été visitée en 1893 par M. Bel; ces gîtes aurifères d'alluvions furent l'objet, de la part des rois de Siam, d'une longue exploitation; ils ont été concédés en 1890 à une société européenne. C'est la première concession minérale donnée par des rois de Siam à des Occidentaux. Les actionnaires étaient français, anglais et surtout siamois. Le Gouvernement siamois lui-même participa financièrement à l'entreprise. La société, de forme anglaise, appelée *Gold Fields of Siam limited,* se proposa de poursuivre l'exploitation de l'or par la substitution des méthodes industrielles aux procédés primitifs locaux.

Au moment de la visite de M. Bel, la compagnie, qui avait été dirigée par un personnel entièrement anglais, avait suspendu ses travaux depuis plus d'une année et dépensé des sommes considérables pour des résultats insignifiants. Les gîtes alluvionnaires, en effet, sont en partie épuisés; ils contenaient aussi de l'étain, mais, plus ils étaient riches en étain, moins ils l'étaient en or, et inversement. La société avait découvert des filons quartzeux aurifères, mais elle fit sur eux très peu de travaux de recherches.

Les gîtes alluvionnaires aurifères de Bang-Ta-Phan sont d'époque récente et constitués par une couche inférieure reposant sur le bed-rock et formée de graviers argilo-sableux aurifères, de 0 m. 30 à 0 m. 70 de puissance moyenne. Cette première couche est surmontée d'une autre, composée de sable, d'argile et de terre végétale, de 2 à 4 mètres d'épaisseur, très pauvre en or et le plus souvent tout à fait stérile. Ces formations alluvionnaires recouvrent, au pied de la chaîne malaise, une plaine d'altitude voisine de celle du niveau de la mer et à une quinzaine de kilomètres de la côte. Peu après la cession de Bang-Ta-Phan, le Gouvernement siamois concéda à des Français la mine de Boukhanon.

Depuis 1896, à Kabin, près de Pekim, une troisième société, sous le patronage de la Banque ottomane, développa les travaux commencés dans des gîtes aurifères filoniens

IMPRIMERIE NATIONALE.

par le mandarin siamois Phra-Pixa, qui paya de sa vie cette tentative : il fut accusé, en effet, d'avoir fait fondre les bouddhas en or des pagodes. Cette mine, de propriété anglaise, fut visitée par M. Grille. Le *Moniteur officiel du commerce,* dans son numéro du 17 mars 1898, a publié une note de M. Hardouin, consul de France à Bangkok, sur la mine de Kabin; il y mentionne 3 puits de 30 à 35 mètres de profondeur, d'où l'on aurait extrait 1,200 tonnes de minerai, dont 900, traitées à la mine même, auraient donné 4 kilogr. 500 d'or, soit 5 grammes seulement à la tonne. En 1897-1898, la mine aurait produit, dit-on, 50 kilogrammes d'or, provenant de 3,934 tonnes de minerai, soit un rendement de 12 gr. 5 à la tonne.

Comme sociétés de recherches au Siam, on peut citer la Compagnie de Watana et la Compagnie française qui fit, en 1897 et en 1898, des travaux dans les filons quartzeux de la région de Srakéo, filons traversant des roches granitoïdes.

En 1897, M. Bel visita, près de Korat, des gîtes d'or alluvionnaires exploités autrefois par les indigènes, et, plus au nord, la même année, M. Thérond explora sur la rive gauche du Ménam, près de Nam-Ko, de curieux gisements de tellurures d'or dans une gangue calcaire.

Mines d'argent. — On n'a encore signalé que la mine de Ba-Toum, dans le Laos siamois, sur la rive droite du Mékong, en pays d'influence française. Ces mines, exploitées autrefois par des Chinois, seraient encore très riches, d'après la tradition locale.

Mines de cuivre. — Les gisements cuivreux sont importants au Siam; les indigènes exploitent surtout les carbonates, dont ils extraient le cuivre pour fondre les immenses statues de leurs pagodes.

Mines de plomb. — On n'a encore cité que les mines de plomb argentifère des monts de Suphan.

Le zinc et l'antimoine ont été signalés dans les montagnes de Ropri.

Mines d'étain. — L'étain est le métal siamois par excellence; il est, en effet, fort abondant et, de plus, très facile à extraire : on sait que les gisements de cassitérite sont presque à la surface du sol.

Les provinces les plus riches en gisements d'étain sont celles de : Cha-Lang, Chaifa, Champhon, Rapri et Pak-Phrëk. Plusieurs de leurs mines ont été visitées par l'ingénieur anglais, M. Henry Louis, qui a longtemps habité Singapoure et a publié un mémoire sur la métallurgie de l'étain au Siam (volume V, année 1896 de la revue : *The Mineral Industry*, éditée par M. R.-P. Rothwell à New-York).

Pierres précieuses. — On les rencontre surtout dans la zone d'influence française, en plein Cambodge siamois, près de Pailing, à peu de distance du port de Chanta-

boum, et dans la province de Battambang. Les pierres sont ramassées par les indigènes et par les Chinois qui plantent le poivre dans la région de Sabah ou cultivent le tabac et la canne à sucre autour des montagnes des Chongs. Les principales sont : rubis, saphirs, topazes, œils-de-chat et grenats.

Les gemmes de la région de Chantaboum se trouvent au pied d'un massif montagneux éruptif, parallèle à la côte du golfe de Siam, dans des couches de basaltes altérés, intercalées en lits irréguliers dans le basalte solide. Outre les pierres mentionnées plus haut, on y a trouvé des corindons, des zirions et des ilménites. Une société anglaise, presque contemporaine de la société des mines d'or de Bang-Ta-Phan, exploite les rubis et les saphirs de Chantaboum. D'après les renseignements recueillis par M. Bel lors de son passage en 1897 dans la région, les pierres de la province ne sont pas de bonne qualité.

Au contraire, les gemmes de Luang-Prabang seraient fort belles, d'après M. Pavie, qui a d'ailleurs rapporté de sa mission dans le Haut Laos de superbes échantillons de saphirs.

Les mines de *Pailing* ont été concédées par le Gouvernement siamois à une société anglaise, la *Siam Exploring C°*, avant l'occupation française de Chantaboum. L'exploitation est faite par des indigènes shans de Birmanie, ou par des Laotiens, qui vendent à la Compagnie, à des conditions fixées d'avance, les pierres qu'ils ont trouvées et que l'on dit de qualité médiocre.

Enfin les Siamois, sur divers points de leurs côtes, ramassent de l'ambre gris.

Nous terminerons ces quelques notes par un tableau extrait de la notice du Commissariat et donnant la valeur commerciale des produits minéraux importés à Bangkok ou exportés par ce port :

IMPORTATION.

Charbon :	tonnes.	dollars.
1899	17,148	247,675
1898	17,760	242,915
1897	11,307	130.269
1896	8,193	71,235
1895	10,416	96,412

EXPORTATION.

Plomb :	piculs.	dollars.
1899	1,690	41,712
Étain :		
1899	720	45,350
1898	1,657	51,414
1897	2,151	62,545
1896	1,484	45,720
1895	1,578	51,720

Rubis bruts :

	dollars.		dollars.
1899	12,572	1896	20,000
1898	26,156	1895	59,151
1897	136,400		

Sel :

	piculs.		dollars.
1899	34,762	pour	8,184
1898	140,030		54,200
1897	57,750		16,395
1896	60,698		16,192
1895	58,058		17,442

Argent :

	dollars.		dollars.
1899	604,908	1896	1,965,826
1898	2,131,300	1895	2,623,965
1897	1,098,267		

Or (presque entièrement en barres) :

	dollars.		dollars.
1899	29,640	1896	17,793
1898	70,008	1895	53,877
1897	66,935		

Les deux tableaux concernant l'or et l'argent doivent être complétés par celui indiquant l'importation de ces deux métaux dans le pays :

Argent :

	dollars.		dollars.
1899	2,170,635	1896	5,482,981
1898	7,167,460	1895	4,602,925
1897	8,743,763		

Or (en feuilles et non en barres) :

	dollars.		dollars.
1899	3,073,295	1896	1,035,956
1898	2,523,511	1895	772,425
1897	787,511		

L'or importé provient entièrement de la Chine et presque uniquement du port de Hongkong.

L'argent importé vient surtout de Singapour, de Hongkong et des Indes.

L'or a été exporté à Singapour, Hongkong, Saïgon, et, en 1899, en Angleterre.

L'argent a été exporté à Singapour, Hongkong, Saïgon, La Côte et un peu en Chine.

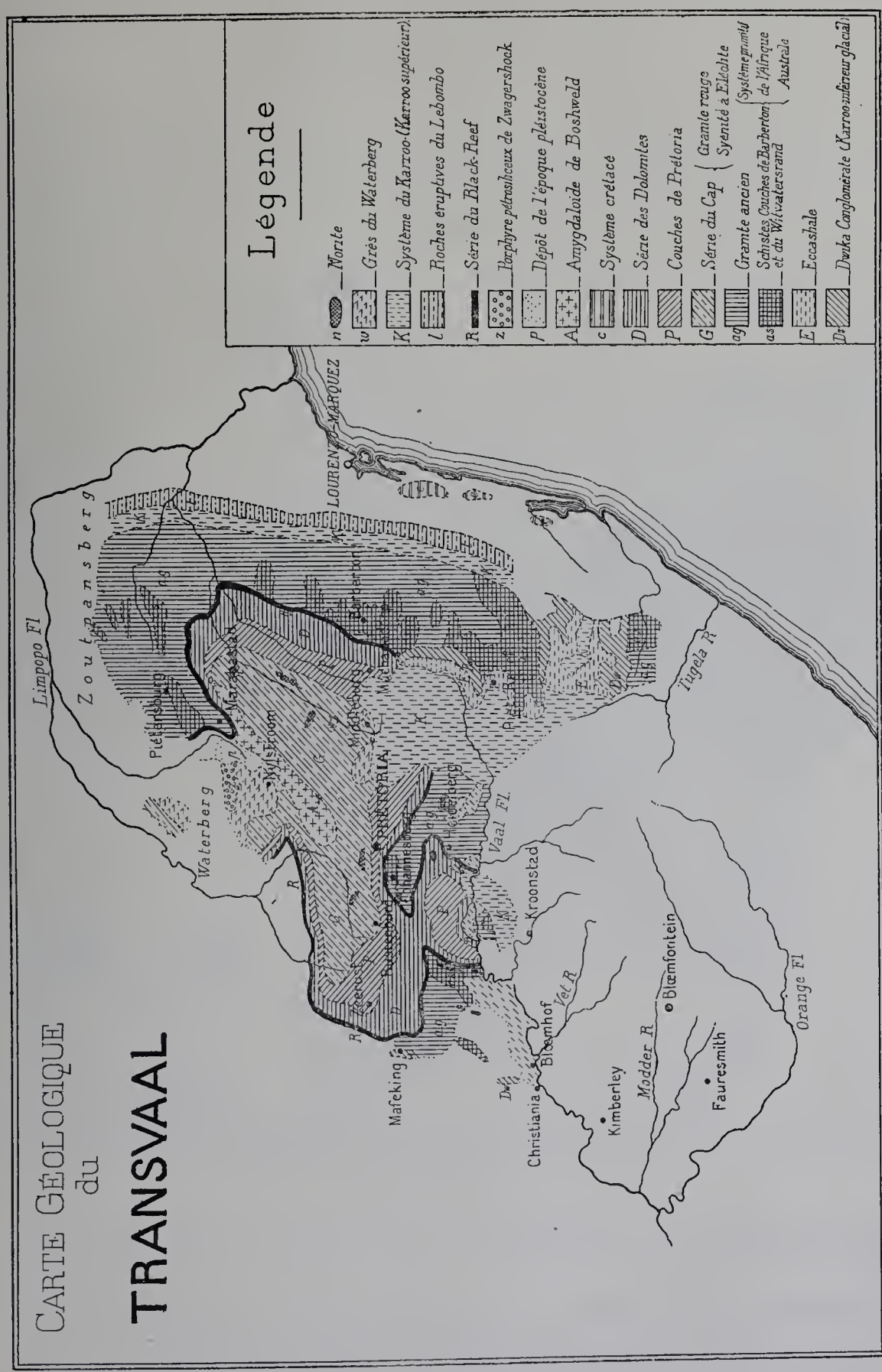


Fig. 100. — Schéma de la carte géologique de la République Sud Africaine, établie par le Dr Molengraaf.

RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE.

La République Sud-Africaine avait organisé une exposition du plus haut intérêt; la collaboration du Département des mines et de la Chambre des mines de ce pays en avait facilité l'exécution. Tous les documents, échantillons et appareils exposés ont fait ressortir d'une façon très nette, non seulement l'état actuel de l'industrie minière de la

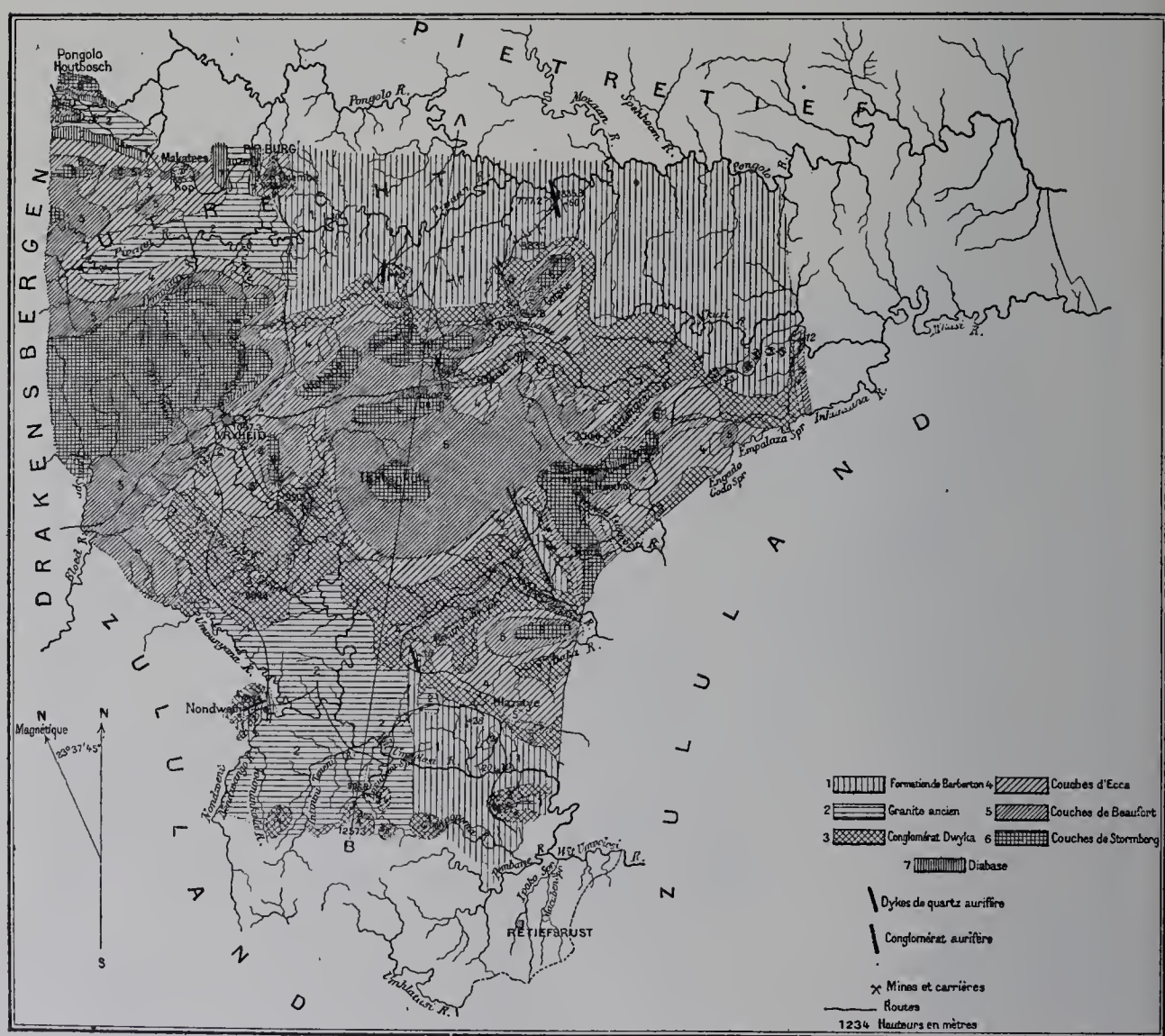


Fig. 101. — Carte géologique du district de Vryheid.

République, mais encore les développements successifs depuis la découverte des mines d'or.

L'exposition de la République Sud-Africaine comprenait des collections minéralogiques, des statistiques, des modèles et des plans, un type complet d'usine de traitement des minerais d'or en fonctionnement, enfin un type de mine en souterrain.

Nous allons passer en revue chacune de ces parties :

I. *Collections minéralogiques et études géologiques.* — Ces collections se trouvaient dans le pavillon principal au premier étage.

Elles se composaient :

a. De roches et de minéraux appartenant à chaque étage des trois grands systèmes géologiques de la région, c'est-à-dire :

1° Système primaire sud-africain : Granite et schiste, tous redressés;

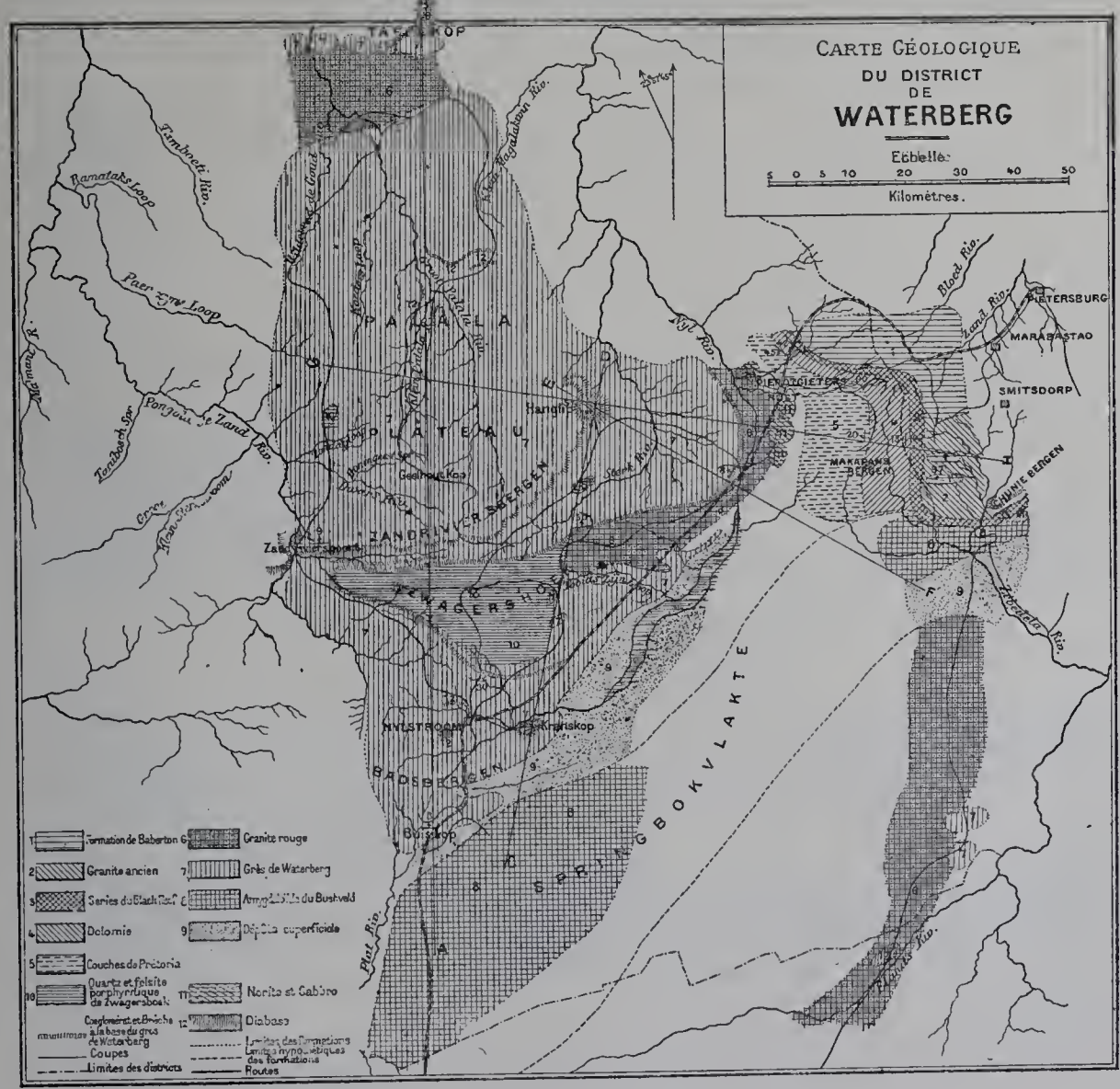


Fig. 102. — Carte géologique du district de Waterberg.

2° Système de De Kaap : Montagne de la Table « Black Reef », assises plus ou moins horizontales;

3° Système du Karroo : Conglomérat de Dwyka, glaciaire, houille, assises horizontales mais en discordance avec les précédentes.

b. De coupes géologiques explicatives.

Une collection d'échantillons se rapportant aux terrains du synclinal de Johannesburg avec trois coupes nord-sud, passant :

1° Au centre de la ville ;

2° A 20 kilomètres à l'est (Van Ryn);

3° A 25 kilomètres à l'ouest (Krugersdorp).

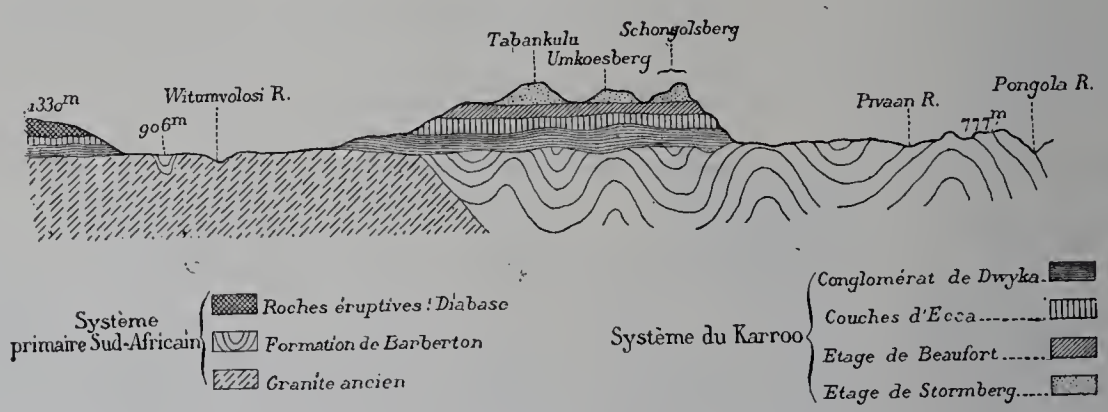


Fig. 103. — Coupe géologique schématique du Transwaal : coupe N.-S. dans le district de Vryheid.

c. Enfin, d'une collection de différents échantillons des principaux gisements métallifères, filoniens et autres.

Nous devons particulièrement attirer l'attention sur la carte géologique du Transvaal (figure 100), dressée par le docteur G. A. F. Molengraaff. C'est la première qui ait été jamais faite et, quoique la topographie en soit encore assez incertaine, elle est une des plus complètes de l'Afrique du Sud. C'est le résultat des recherches et travaux de M. Molen-

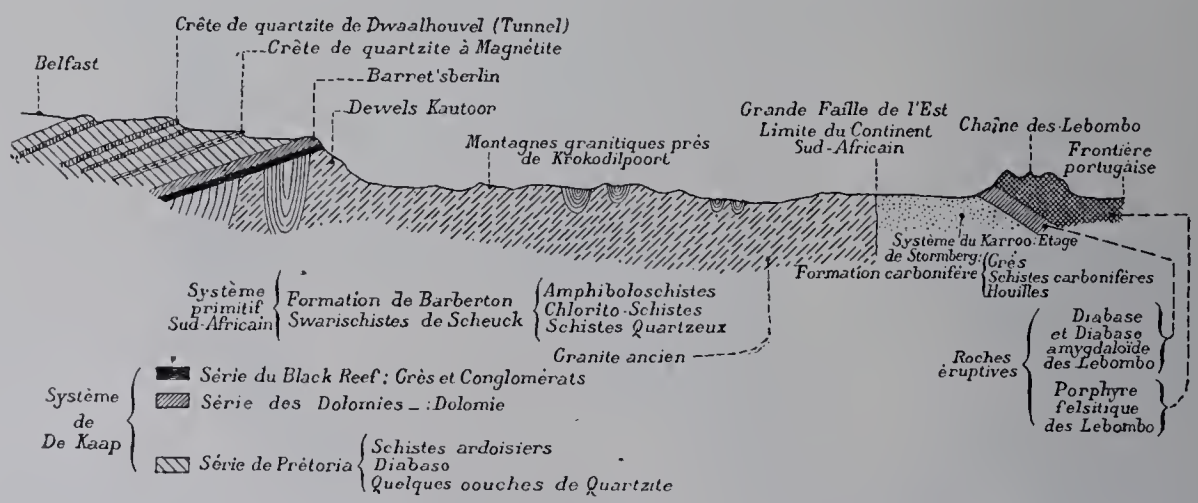


Fig. 104. — Coupe géologique schématique du Transwaal : de Belfast à la chaîne du Lebombo, d'après un levé le long de la ligne est du chemin de fer.

graaff durant ces trois dernières années. Nous regrettons de ne pouvoir donner une reproduction précise de cette carte si intéressante. Nous nous contenterons d'en donner un croquis général qui en fera ressortir les grandes lignes.

Nous joignons à ce croquis des reproductions schématiques (figures 103 à 106) des différentes coupes exposées. Elles sont très intéressantes comme annexes à la carte

générale et achèvent de mettre en lumière une grande partie de la constitution géologique du pays.

On voit nettement les dispositions des trois grands systèmes énumérés plus haut

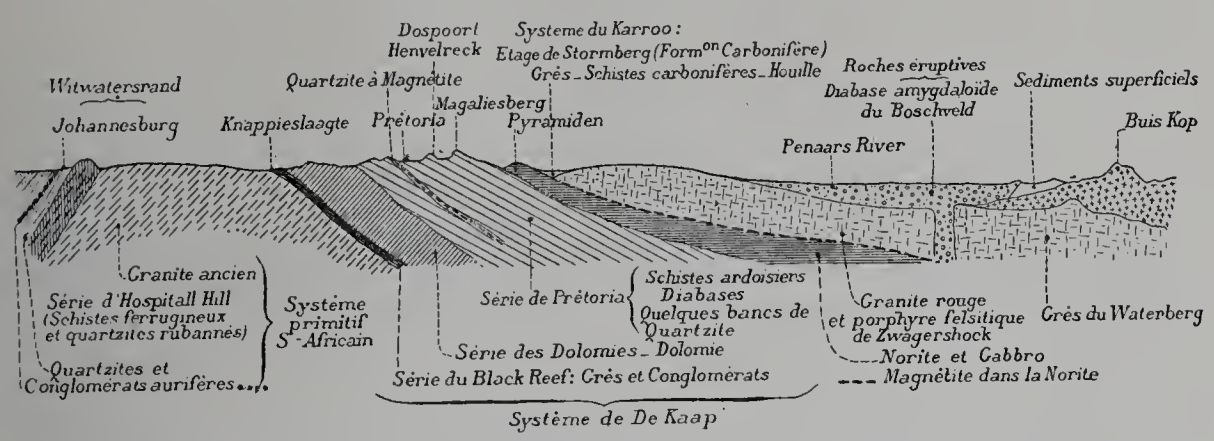


Fig. 105. — Coupe géologique schématique du Transwaal : coupe N.-S. de Johannesburg au Waterberg.

II. *Statistiques.* — Nous donnons ci-dessous un certain nombre de tableaux et documents exposés relatifs à l'industrie minière de la République.

a. La comparaison entre la production d'or du Witwatersrand et des autres pays, en 1898, est la suivante :

	francs.		francs.
Pays divers	132,982,500	Australie	320,340,000
Indes Britanniques	39,563,000	États-Unis	334,093,000
Mexique	56,919,000	République Sud-Africaine	410,076,000
Canada	71,007,000	Production totale du monde entier	1,480,543,500
Russie	116,050,000		

b. On avait représenté par un bloc d'or, à la même échelle, la quantité d'or fin

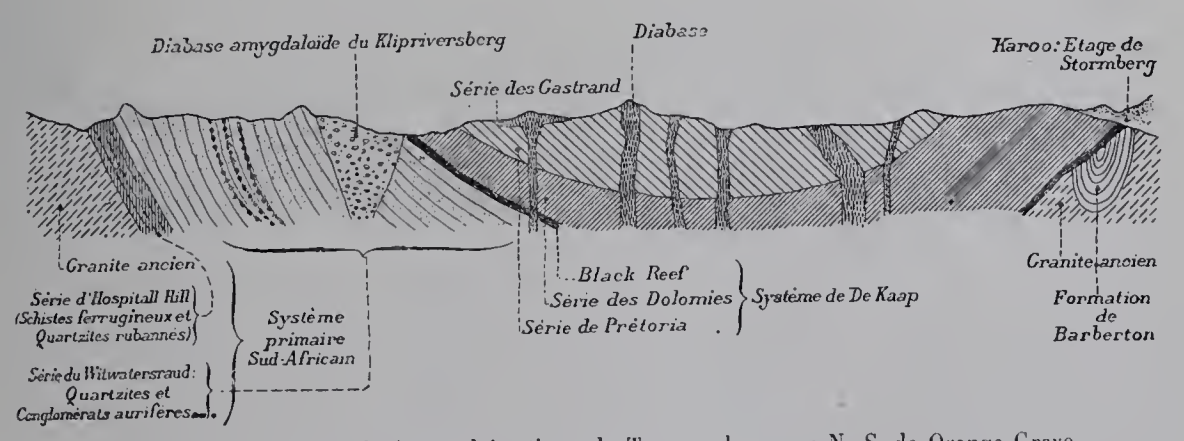


Fig. 106. — Coupe géologique schématique du Transwaal : coupe N.-S. de Orange-Grave au nord de Johannesburg jusqu'au Vaal.

restant à extraire de la partie centrale des champs d'or du Witwatersrand en exploitant jusqu'à 1,500 mètres de profondeur seulement; cette quantité aurait une valeur de 17 milliards 500 millions de francs.

Cette estimation serait sensiblement augmentée si l'on considérait les sections est et ouest, et si l'on arrivait à exploiter jusqu'à 2,000 mètres.

Le tableau précédent montre que la République Sud-Africaine se trouvait en 1898 tenir la tête parmi les pays producteurs d'or, situation qu'elle possédait encore au 1er octobre 1899.

En second lieu, la quantité de métal précieux restant encore à extraire de la *partie centrale du Rand* et jusqu'à une profondeur de 1,500 mètres seulement serait de 17 milliards et demi de francs; la production de 1898 étant de 410,076,000 francs, en comptant pour l'avenir une production maxima annuelle d'un demi-milliard on obtiendrait pour la durée d'existence des mines de cette zone seulement le chiffre de trente-cinq années.

c. Le tableau suivant montre depuis 1892 l'augmentation des bénéfices et la diminution du prix de revient :

ANNÉES.	DIVIDENDES.	FRAIS D'EXPLOITATION.	BÉNÉFICES NETS DISTRIBUÉS EN DIVIDENDES.	PRIX DE REVIENT PAR TONNE DE 907 KILOGRAMMES.
	p. 100.	p. 100.	fr. c.	fr. c.
1892	18.5	81.5	9 85	44 35
1893	20.5	79.5	11 85	46 65
1894	21.0	79.0	12 90	48 50
1895	26.7	73.3	15 10	41 55
1896	18.1	81.9	8 95	40 00
1897	26.4	73.6	13 10	36 45
1898	31.8	68.2	16 45	35 20
1899	30.7	69.3	15 70	35 50

Le prix de revient comprend une forte proportion des dépenses de premier établissement amorties sur les premiers bénéfices.

Les chiffres relatifs à 1899 sont approximatifs et calculés dans l'hypothèse d'une exploitation ininterrompue de douze mois.

d. La comparaison entre la production aurifère et les bénéfices distribués en dividendes est la suivante :

	DIVIDENDES.	PRODUCTION.
	p. 100.	francs.
1892	18.5	108,514,652
1893	20.5	130,976,951
1894	21.0	175,818,275
1895	26.7	197,979,669
1896	18.1	198,574,610
1897	26.4	267,236,304
1898	31.8	382,319,744
1899	30.7	462,375,000

D'une part, les frais d'exploitation ont diminué, de l'autre, les profits ont augmenté : ceci se répercute dans les dividendes distribués qui suivent une marche ascendante, ainsi que dans l'accroissement constant du rapport entre les sommes distribuées en dividendes et l'or total extrait.

e. La production totale est la suivante :

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION AURIFÈRE POUR CHAQUE DISTRICT MINIER DE LA RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE.

ANNÉES.	DIVERS.	LYDENBURG.	DE KAAP.	KLERKSDORP.	HEIDELBERG.	WITWATERS-RAND.
	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.
1894.....	1,011,186	4,375,193	7,009,599	6,684,281	4,351,585	169,633,742
1895.....	960,383	4,411,478	5,533,234	11,738,371	3,520,178	194,257,617
1896.....	482,275	3,756,644	11,192,046	3,159,002	2,254,926	196,491,586
1897.....	472,503	4,501,974	10,905,197	6,915,419	2,133,625	269,327,837
1898.....	915,413	10,267,836	7,776,141	5,186,678	3,748,135	382,181,702

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION AURIFÈRE POUR CHAQUE DISTRICT MINIER DE LA RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE SUIVANT LES PROCÉDÉS EMPLOYÉS.

ANNÉES.	DIVERS.	LYDENBURG.	DE KAAP.	KLERKSDORP.	HEIDELBERG.	WITWATERS-RAND.
	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.
OR EXTRAIT PAR BROYAGE ET AMALGAMATION.						
1894.....	937,658	2,808,860	4,424,784	3,967,532	2,485,079	117,779,685
1895.....	856,959	2,873,147	3,520,733	3,692,383	1,887,109	135,934,385
1896.....	340,572	2,083,655	8,034,726	1,115,343	1,302,319	134,999,806
1897.....	211,620	2,529,898	7,587,094	2,832,317	1,214,398	179,084,766
1898.....	481,214	5,565,049	4,836,284	2,004,673	1,989,876	254,474,373
OR EXTRAIT PAR LES PROCÉDÉS CHIMIQUES : CYANURATION, CHLORURATION, ETC.						
1894.....	45,374	1,433,493	3,037,979	2,716,748	1,866,505	51,768,534
1895.....	46,662	1,385,290	1,954,122	4,005,988	1,633,069	58,314,117
1896.....	141,703	1,593,805	3,050,174	2,043,659	952,606	61,491,779
1897.....	260,883	1,931,347	3,293,382	4,083,101	919,226	90,243,070
1898.....	421,573	4,644,889	2,887,994	3,182,005	1,758,258	127,707,329

On voit les fluctuations de la production dans chaque district considéré séparément; la production des ateliers de cyanuration et autres en 1898 représente environ 35 p. 100 de la production totale.

f. Le tableau suivant donne des statistiques relatives à l'industrie houillère :

ANNÉES.	PRODUCTION.	CONSOMMATION.	PRIX MOYEN DE VENTE sur LES LIEUX D'EXTRACTION.	NOMBRE DE COMPAGNIES en EXPLOITATION.
	tonnes.	tonnes.	francs.	
1894	812,882	791,358	11,476	31
1895	1,152,206	1,135,466	11,501	38
1896	1,471,189	1,437,297	10,756	45
1897	1,667,752	1,600,212	9,670	42
1898	1,803,026	1,907,808	8,850	33

L'étendue de ces gisements houillers est très incomplètement connue.

g. Le tableau ci-dessous donne le nombre d'ouvriers employés dans l'industrie minière. Les Cafres qui remplissent le rôle de manœuvres sont dans la proportion de sept noirs et demi pour un blanc :

	EMPLOYÉS DANS LES MINES.	AUX MOULINS ET AUX TRAITEMENTS CHIMIQUES.
1894	4,357	1,258
1895	6,116	1,381
1896	8,006	1,360
1897	7,961	1,558
1898	8,664	2,020

h. Production totale de l'or au Transwaal :

Enfin une pyramide située en face des bâtiments miniers représentait la totalité de l'or fin extrait au Transwaal. Sur deux faces des troncs de pyramide successifs figuraient les productions annuelles toujours croissantes qui ressortent des tableaux précédents.

Le nombre de tonnes de minerai traitées en 1898 a été de 596,759 tonnes.

III. *Modèles et plans.* — Dans le pavillon du bocardage était exposée une carte des champs d'or du Witwatersrand exécutée spécialement pour l'exposition. On trouvait sur cette carte l'indication des affleurements des reefs aurifères exploités, la division du terrain minier en claims; les limites de chaque propriété minière, les emplacements des installations de surface, les droits d'eau, en plus des autres indications ordinaires telles que villes, cours d'eau, etc. Les découvertes les plus récentes sur l'extension ouest et est des gîtes aurifères y étaient indiquées, et constituaient une des parties les plus intéressantes de ce travail.

Dans le pavillon adossé au laboratoire se trouvait un modèle en relief de Johannesburg et d'un groupe de mines voisines représentant le détail à grande échelle (1/500) d'une partie des mines exploitant le Main Reef. Ce modèle, comparé au panorama photographique placé contre la muraille du fond, permettait de se faire une idée de la ville de Johannesburg et des installations considérables qui accompagnent à la surface

les travaux souterrains d'une mine. Il était complété par la coupe nord-sud faite par les différentes exploitations.

Les mines représentées étaient les suivantes :

Affleurement : Wemmer, Ferreira, Worcester, Robinson;

1er *Deep Level :* Ferreira Deep, Robinson Central Deep;

2e *Deep Level :* Robinson Deep.

Dans un dernier bâtiment se trouvaient plusieurs modèles :

a. Modèle d'une installation de surface d'une mine dans lequel toutes les opérations du traitement étaient reproduites à une échelle assez grande (1/100) pour en permettre l'étude facile.

b. Modèle de chevalement et de puits mixte dans une mine. Les puits employés au Rand sont tous à section rectangulaire; foncés verticalement jusqu'au point où ils rencontrent le reef, ils sont ensuite disposés pour suivre l'inclinaison moyenne du gîte. Le raccordement de ces deux parties rectilignes, verticales et obliques, se fait suivant deux arcs symétriques de parabole cubique. Le boisage se fait par châssis successifs suspendus les uns aux autres par des tiges boulonnées; dans les parties inclinées on réduit le boisage au minimum pour le supprimer complètement en terrain solide. L'extraction se fait avec des skips à déversement automatique au jour. Les roches sont alors classées en stériles, gros, moyen et fin, séparément recueillies et envoyées au triage.

Un dernier modèle représente le dispositif employé couramment pour prévenir l'envoi de la cage aux molettes. L'évite-molette le plus employé est du système « Stephen Humble ».

Les données sur les puits de mine sont complétées par le diagramme des puits de Deep Level, donnant leur distance de l'affleurement et leur profondeur actuelle et future.

IV. *Usines.* — Derrière le pavillon principal se trouvaient les bâtiments où se faisait au complet, ou presque au complet, le traitement du minerai. Toutes les opérations ont été exécutées tous les jours sous les yeux du public au moyen de 800 tonnes de minerai amenées du Transvaal et emmagasinées dans les sous-sols du bâtiment.

Des sous-sols, le minerai était amené par un élévateur au sommet du pavillon, et de là était soumis aux diverses opérations mécaniques et chimiques.

Le mode opératoire employé au Transwaal était représenté d'une façon très claire et très intéressante par un tableau que nous tenons à reproduire figure 107.

Les diverses opérations qui se faisaient dans le bâtiment de l'Exposition étaient: le concassage, le bocardage avec cinq pilons, l'amalgamation, la concentration au Frue Vanner (ou table à secousses), la séparation des tailings et slimes et enfin la cyanuration.

L'amalgame d'or était traité par distillation.

La solution de cyanure aurifère était traitée par deux méthodes :

1° précipitation par le zinc ou système Mac Arthur Forrest;

2° précipitation électrolytique ou système Siemens et Halske.

Les minerais traités à l'Exposition contenaient de 7 à 166 grammes d'or à la tonne suivant l'origine du minerai.

La moyenne était d'environ 28 grammes.

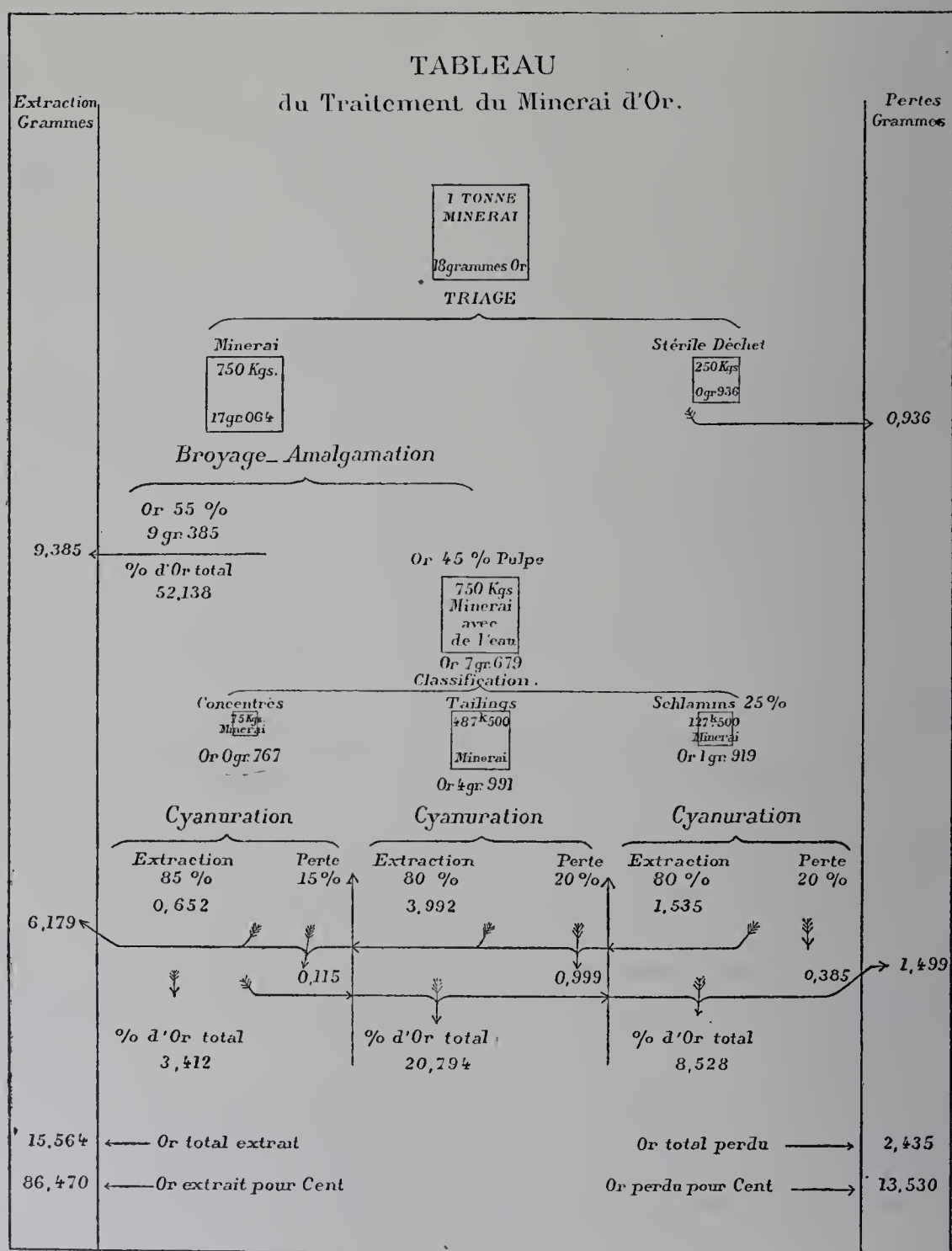


Fig. 107. — Tableau du traitement du minerai d'or dans les mines du Transwaal.

Les diverses opérations donnaient les résultats suivants, d'après M. Ruoff, directeur de l'usine de l'Exposition :

Pyrites : 123 grammes à la tonne;

Tailings : Après lavage des tailings cyanurés, ceux-ci ne contenaient plus que 0 gr. 3 à la tonne.

Slimes : Les slimes non traitées à l'Exposition contenaient encore 6 grammes d'or à la tonne.

Après précipitation de l'or, les boues obtenues sont traitées de la façon suivante :

a. Précipitation par le zinc. — Les boues de zinc aurifère sont traitées par l'acide sulfurique dans des cuviers de bois, pour dissoudre le zinc.

Le liquide est passé au filtre-presse qui donne des gâteaux de précipité.

Ceux-ci sont séchés puis fondus avec un fondant au four à vent. L'or est coulé en lingots.

b. Précipitation sur le plomb. — Le plomb aurifère est fondu et traité par coupellation.

Toutes ces opérations étaient effectuées dans deux pavillons.

Dans le premier pavillon se faisaient les opérations du concassage, du bocardage, de l'amalgamation et de la concentration.

La cyanuration s'effectuait dans l'espace compris entre les deux pavillons.

Dans le deuxième se faisaient les opérations de laboratoire-analyses de minerai, extraction de l'or, fusion, etc.

L'installation était capable de traiter 20 tonnes de minerai par journée de 24 heures.

V. *Expositions souterraines*. — L'exposition souterraine comprenait :

a. Un modèle des installations de surface et de travaux souterrains d'une mine d'affleurement et de son Deep Level « Ferreira et Ferreira Deep ».

Sur la face supérieure on trouvait tous les organes de la mine : chevalements, ateliers de triage, batterie, cyanuration, etc. L'intérieur du modèle représentait les travaux de développement et d'abatage sur les deux reefs exploités, Main Reef et South Reef. Le terrain compris entre la surface et le South Reef avait été enlevé de manière à permettre de suivre l'état des travaux sur cette couche. Quant aux travaux situés sur le Main Reef Leader, ils étaient visibles par transparence au travers du South Reef.

Le modèle montrait l'état d'avancement des exploitations au 1er juillet 1900, les parties blanches correspondant aux parties exploitées et les parties jaunes au minerai restant à extraire.

b. Une série de galeries donnant en abrégé l'ensemble des organes essentiels d'une mine tels que :

1° Une galerie d'allongement, dans un des niveaux de la mine. Les parois montraient la constitution du minerai et des roches qui l'encaissent. On reconnaît le minerai aux cailloux cassés dont sa masse est formée et qui le font ressembler à un gâteau d'amandes, d'où le nom de « banket » donné par les Boers et maintenant généralement usité à la place du nom de conglomérats ;

2° Dans le Main Reef avec son Leader, une galerie horizontale montrait sur sa paroi, à gauche, le minerai, le banket, à droite, et au toit le stérile. Dans une anfractuosité du

rocher, se trouvait un petit réduit pour la préparation des charges de dynamite avec un mineur en train de préparer des mèches.

Sur la gauche un chantier d'abatage en remontant, ou à gradins renversés. Le chantier, de forme triangulaire, se relie par une galerie à son sommet avec l'étage supérieur. Sur les deux faces du chantier le travail de l'abatage du minerai était représenté avec des perforatrices, ou avec des fleurets et des massettes.

Après une partie de travers-banc on trouvait une galerie d'allongement du South Reef avec un deuxième chantier d'abatage à gradins droits. De même forme que le précédent, il se terminait par une descenderie rejoignant l'étage suivant.

On observait dans ce chantier un dédoublement de la couche, deux bandes de banket séparées par une bande de stérile.

La cyanuration au Transwaal. — Il nous semble intéressant de joindre à cette description de l'Exposition un certain nombre d'observations dues à M. Van Gernet et communiquées par la commission de la République Sud-Africaine, au sujet de la cyanuration telle qu'elle est appliquée actuellement dans ce pays. Il y a là un certain nombre de faits d'expérience qui pourront être utiles à connaître.

Cette méthode, en effet, a été surtout appliquée au Transwaal, où elle est absolument indispensable, toute autre méthode de traitement étant impossible pour la plupart des mines de ce pays.

Leur mode opératoire complet est le suivant :

Classification du minerai. — Le minerai peut être pris sec, en forme de poudre et traité directement par le cyanure ou broyé avec de l'eau et traité seulement après l'amalgamation, indispensable lorsque tout le métal ne se trouve pas dans l'état d'or fin.

Au Transwaal, c'est cette dernière méthode qui est presque uniquement employée.

Avant de traiter les masses chimiquement, il s'agit d'abord de les séparer de l'eau et de les classifier, c'est-à-dire d'en diviser les parties granuleuses et poreuses (tailings) des argiles (slimes). On ne peut donner assez d'importance à cette classification, car la moindre présence de slimes dans les tailings suspend la filtration, ce qui empêche le cyanure de couler uniformément à travers toute la masse, dont certaines parties restent par conséquent intactes.

La classification se fait par des appareils hydrauliques, appelés « Spitz kasten », dans lesquels le sable se détache pour entrer dans des cuves (*collecting vat*). Ces cuves en bois ou en fer ont un fond pourvu d'un filtre (natte de cocotier). La cuve remplie, l'eau contenue dans le sable s'échappe au travers du filtre de façon à n'y plus laisser qu'une humidité de 15 p. 100, ce qui permet de passer au traitement chimique.

Mais il s'agit d'abord de considérer la préparation des slimes.

L'eau argileuse, qui s'échappe des *Spitz kasten* mentionnés, est recueillie dans d'autres plus grands où les slimes se déposent au moyen d'une addition de chaux. De là, on les fait entrer dans des cuves, où le reste d'eau est soustrait par décantation pour n'y laisser que le moins d'humidité possible (50 p. 100).

Extraction de l'or. — Les tailings reçoivent dans le *collecting vat* une première solution de 0.5 p. 100 à 1 p. 100 de cyanure; 40 tonnes de solution suffisent à imbiber entièrement 100 tonnes de tailings.

Dans cet état, on les transfère dans d'autres cuves (*leaching vat*) au moyen de wagonnets, si elles ne sont pas placées les unes sur les autres. Pendant cette dernière manipulation, les tailings imbibés de cyanure sont exposés à l'oxygène atmosphérique grâce auquel l'or est rapidement transformé en cyanure d'or.

Dans le *leaching vat* on ajoute à même proportion une seconde solution plus forte, contenant de 1 à 25 p. 100 de cyanure, qui, après avoir traversé les tailings et le filtre du fond, s'achemine vers la précipitation.

Avant de terminer le traitement, une troisième et dernière solution faible est ajoutée pour effectuer le dégagement de la solution aurifère. Tout ce travail prend de six à sept jours.

Pendant ce temps, une partie du cyanure se décompose, tant par l'effet de l'atmosphère que par celui des pyrites du minerai, en formant du ferrocyanure de potassium.

Le cuivre et le zinc sont les substances les plus nuisibles au cyanure, non seulement en le détériorant, mais en ralentissant la dissolution de l'or. Ces difficultés mentionnées ne jouent qu'un rôle secondaire dans les mines du Transwaal, où un huitième à un quart de kilogramme de cyanure suffit à une tonne de tailings, tandis que l'extraction de l'or représente une moyenne de 75 p. 100, et quelquefois même de 80 à 85 p. 100.

Le traitement des slimes diffère considérablement de celui qui vient d'être décrit.

On a expérimenté bien des moyens de filtration et jusqu'à aujourd'hui ils ont tous donné des résultats, soit négatifs, soit trop coûteux pour être mis en pratique. C'est donc à l'agitation et à la décantation qu'il faut avoir recours. L'agitation se fait dans des cuves au moyen de pompes centrifuges ou d'appareils à bras sur pivot.

L'or est dissous dans quatre ou huit heures par une solution de 0.1 p. 100 de cyanure, dont la force est augmentée par l'introduction d'un courant d'air comprimé. Plus on emploie de solution, plus on obtient d'extraction (7 ou 8 tonnes de solution sur chaque tonne de slimes).

L'or une fois dissous, on permet aux slimes de se déposer et on décante la solution par un tuyau fixé au fond de la cuve et articulé de manière à s'abaisser à mesure qu'il absorbe la solution. Il est préférable de répéter ces manipulations deux ou trois fois avant de décharger les slimes.

La précipitation avec le zinc, sous le nom de système Mac Arthur Forrest, a été la première méthode mise en pratique.

La réaction du zinc sur la solution aurifère consiste en un déplacement mutuel, de sorte que l'or redevient métallique, pendant que le zinc se dissout en se combinant avec le cyanure. Pour augmenter l'action il faut, autant que possible, augmenter la surface du zinc; c'est dans ce but qu'on le découpe en fils fins qu'on entasse dans une boîte oblongue en bois, divisée en compartiments, de façon que la solution aurifère qu'on y fait entrer soit forcée de les traverser tous en passant chaque fois sur le zinc.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Plus la solution est concentrée, plus la précipitation est grande, mais la décomposition et les pertes du zinc et du cyanure s'augmentent en proportion, tandis que la précipitation n'est jamais complète dans les solutions faibles auxquelles il faut souvent ajouter du cyanure.

Ceci est possible pour le traitement des tailings, mais non pour celui des slimes, avec lesquels on est obligé d'employer trop de solution; c'est pour cela que Betty a recours au plomb, qu'il ajoute au zinc. Cette addition de plomb se fait chimiquement en immergeant les fils de zinc dans une solution d'acétate de plomb, avant de les placer dans la boîte.

L'or se dépose sous forme de boue et de couche métallique sur le zinc. Une fois par semaine on arrête la marche du travail pour recueillir le tout et fondre l'or après un traitement à l'acide sulfurique.

Le procédé Siemens emploie un courant électrique avec un appareil consistant en une boîte semblable à celle décrite plus haut, avec la différence qu'au lieu de zinc il se trouve dans les compartiments des plaques de fer et de plomb, distantes entre elles de 5 à 10 centimètres. Les plaques de fer sont en communication avec le pôle positif d'une dynamo, et celles de plomb le sont avec le pôle négatif; un courant électrique de 2 ou 3 volts et 5 ampères par mètre carré suffit. Comme il est important d'augmenter la surface du plomb, on amincit les plaques autant que possible en en mettant plusieurs ensemble entre celles de fer.

L'or se dépose sur le plomb, qu'on retire une fois par mois des appareils pour le fondre et en retirer l'or par la coupellation.

Tous ces procédés ont leurs avantages et leurs inconvénients.

La Société Chimique et Métallurgique de l'Afrique du Sud s'occupe de cette question depuis plusieurs années sans résultat jusqu'à présent, ce qui semble prouver qu'on ne peut encore affirmer la supériorité absolue de l'un des procédés sur l'autre.

Quant à la pratique, c'est par les conditions locales qu'il faut surtout se laisser guider pour adopter la méthode la plus favorable au travail.

Fabriques sud-africaines d'explosifs. — A l'exposition que nous venons de décrire était jointe celle de la fabrique d'explosifs de Modderfontein qui exposait un plan général de ses installations et des documents sur sa fabrication.

Cette fabrique, qui appartient à une société anonyme, est établie à 16 kilomètres au nord de Johannesburg, sur 2,200 hectares; elle comprend cinq usines séparées de matières explosives, avec de grandes dépendances pour la production des matières premières et des produits à demi fabriqués, nécessaires à l'industrie des explosifs.

La société exploite en outre la fabrique de poudre du gouvernement à Baviaanspoort (poudres de tir).

Elle emploie 450 Européens et 2,000 à 3,000 ouvriers cafres.

Elle est capable de produire 520,000 caisses de 50 livres, soit 11,700,000 kilogr.

Sa fabrication semble très soignée; l'incorporation de la poudre absorbante, ainsi

que la gélatinisation du coton-poudre dans la nitroglycérine, a lieu dans des malaxeurs spéciaux chauffés et mis en mouvement mécaniquement. La fabrication mécanique s'applique aussi à la confection des cartouches de dynamite.

En terminant, nous devons dire que la plupart des renseignements intéressants qui précèdent nous ont été communiqués par M. Pierson, commissaire, par M. Bousquet, ingénieur des mines de la République Sud-Africaine et membre du jury, ainsi que par M. Ruoff, directeur de l'usine minière du Trocadéro.

SUÈDE.

L'exposition de la Suède occupait une partie du côté gauche de la travée latérale du rez-de-chaussée réservée aux mines, minières et carrières. Quoique son emplacement fût des plus restreints, les objets et documents exposés étaient intéressants et fort bien disposés. Une partie assez importante de cette exposition était consacrée aux carrières.

Service de la carte géologique de la Suède, à Stockholm. — La Suède, depuis plusieurs dizaines d'années, a développé d'une façon considérable ses recherches géologiques et paléontologiques. Une des causes qui ont le plus contribué à ce développement a été la création du «Service de la carte géologique de la Suède», en 1858. L'organisateur et le créateur de cette institution fut A. Erdmann. Après lui vint O. Torell. Actuellement le directeur de ce service est M. A. E. Törnebohm.

Les cartes géologiques publiées par ce service sont aux échelles de 1/50000 et 1/200000 et reproduisent toute l'extension des dépôts quaternaires et des diverses roches affleurantes. Il a été publié 129 feuilles de la carte géologique de la Suède centrale et méridionale, ainsi que des cartes d'ensemble de plusieurs gouvernements et diverses parties du pays.

Le service emploie comme canevas pour les explorations géologiques sur le terrain des copies des cartes topographiques au 1/50000. Il a été publié à cette échelle des cartes de toute la vallée du Mälaren et de ses environs, de la majeure partie de la Scanie et de parties considérables du gouvernement d'Elfsborg. On a aussi utilisé dans ce but des cartes topographiques au 1/100000, réduites toutefois, comme cartes géologiques, au 1/200000 pour le Smaland, presque tout le Halland et le midi du gouvernement d'Elfsborg. Mais on abandonne peu à peu la publication des cartes à ces échelles et on a décidé d'appliquer l'échelle de 1/100000 aux cartes des terrains meubles, et celle de 1/200000 aux cartes pétrographiques. Le service publie en outre des cartes à d'autres échelles ainsi que des mémoires de diverses natures. Toutes les cartes sont lithographiées.

Les cartes exposées par ce service étaient :

1° Un album de cartes géologiques au 1/50000 et au 1/200000;

2° Carte de Norberg au 1/800000;

3° Carte du Parsberg au 1/8000 ainsi que la coupe;

4° Carte des principaux gisements métalliques au 1/2000000;

5° Carte de la Suède septentrionale au 1/1000000 et une coupe de cette région au 1/100000;

6° Carte de la Suède méridionale et centrale au 1/500000 et une coupe de cette carte au 1/100000;

7° Cartes des gisements de Falun (plan et coupe au 1/1000) et de Dannemora (au 1/1600);

8° Cartes des moraines frontales et des territoires recouverts jadis par la mer aux époques glaciaires.

Cette exposition était accompagnée de divers minerais et roches des gisements importants, tels que :

De Falun : salbandes de chlorite et amphibolite, salbandes de talc, gneiss pétrosiliceux, quartzite, pyrite sulfureuse et pyrite de cuivre;

De Dannemora : magnétite, diorite, porphyrite, calcaire à magnétite, hälleflinta;

De Persberg : magnétite, calcaires et matières stériles;

De Norsberg : magnétites, gneiss pétrosiliceux, matières stériles, hématite, granite.

De plus, une collection de roches archéennes de la Suède méridionale et centrale, illustrant la carte de cette région.

L'examen de ces cartes intéressantes est très instructif; au point de vue géologique, la Suède est une terre primitive. La partie la plus grande de son territoire appartient aux roches de la période primitive et de celle qui la suivit immédiatement, la période précambrienne. La masse principale du pays a, de plus, toujours constitué une terre continentale depuis le dépôt des couches siluriennes, qui n'existent plus qu'en partie.

Seule, la région méridionale du pays, la Scanie, a été recouverte par la mer dans les périodes relativement récentes du trias, du jurassique et de la craie.

Les formations ou systèmes géologiques représentés en Suède sont indiqués ci-dessous dans l'ordre de leur importance d'affleurement à la surface du pays :

Système primitif		78.0 p. 100.
Les divers groupes du système précambrien		9.1
Les systèmes cambriens et siluriens	ordinaires	6.4
	métamorphiques (schistes alpins)	5.6
Le trias		0.04
Le jurassique		0.16
Le crétacé		0.7

Parmi les dérangements survenus, il est intéressant de noter un exemple de charriage, ressortant nettement de la coupe exposée de la Suède méridionale et centrale, dans la région de Carlstadt, et dont nous regrettons de ne pouvoir joindre un croquis à cet exposé rapide.

Société anonyme des mines de Gellivare, à Stockholm. — Les mines exploitées par cette société sont en Laponie, au nord de la Suède. Une partie d'entre elles est à Gellivare-Malmberg et est reliée au port de Luba, sur le golfe de Bothnie, par une ligne de chemin de fer appartenant à l'État. L'autre partie de ces mines est située dans les grands gisements de Kiirunavaara et Luossavaara, qui seront reliés en 1902 par une ligne de l'État avec le port de Narvik, libre de glaces, sur le Ofotenfjord.

Cette société expose, en même temps qu'un grand tableau mural représentant les montagnes de Kiirunavaara et Luossavaara, une carte géologique et deux coupes de ces montagnes. De plus, un plan en relief, géologique et topographique, des gisements de Gellivare. Ce plan montre nettement les bandes de magnétite dans le gneiss, avec bandes de granit au sud et quelques affleurements de pegmatite au nord.

Les minerais des divers gisements sont exposés ainsi que les roches encaissantes. Nous citerons :

1° Magnétite de Kiirunavaara, dont la composition est :

Fe	68 à 69.0 p. 100.
Ph	0.5

Même gisement : magnétite avec veines d'apatite, teneur :

Fe	60 à 65.0 p. 100.
Ph	1 2.5

Même gisement : magnétite avec apatite finement répartie, teneur :

Fe	50 à 58.0 p. 100.
Ph	3 6.0

Même gisement : syénites augitiques, porphyres syénitiques amygdaloïdes, porphyre quartzifère;

2° Luossavaara : tuf porphyrique, schiste argileux, grès quartzitique;

3° Gellivare : gneiss, granite, gneiss avec couches de magnétite :

Magnétite, teneur :

Fe	58.00 à 60.00 p. 100.
Ph	1.25 3.00

Magnétite en grains :

Fe	63.00 à 69.00 p. 100.
Ph	0.01 0.05

Hématite bien cristallisée; magnétites :

Fe	63.00 à 67.00 p. 100.
Ph	0.10 0.80

Quelques photographies illustraient cette exposition.

Une de ces photographies représente une locomotive électrique faisant le service de la mine d'Hermelin de Gellivare.

Les transports de minerais de ces gisements vers Luba ont atteint les tonnages suivants :

	tonnes.		tonnes.
1892	138,000	1896	614,000
1893	259,000	1897	815,000
1894	524,000	1898	804,000
1895	385,000	1899	920,000

On voit le développement considérable de ces mines. Nous allons donner quelques renseignements sur celles de Luossavaara et Kiirunavaara, que nous devons à M. Hjalma Lundbohm, du Service géologique de Suède, qui a spécialement étudié ces gisements. Nous regrettons de ne pouvoir donner en entier les intéressants documents reçus de lui.

Les gisements de minerais à Kiirunavaara et Luossavaara (fig. 108) sont les plus grands de la Scandinavie, et on en rencontre peu de comparables dans le monde. Ils consistent principalement en magnétites; le reste est formé de magnétite mélangée avec de l'hématite.

A Kiirunavaara, le minerai forme une bande suivant le faîte de la montagne sur une longueur d'environ 2 milles et formant un certain nombre de sommets variant entre 82 et 248 mètres au-dessus du lac voisin (Luossajärvi). La direction de la bande de minerai fait un angle de 50 à 60 degrés avec la direction de l'est, et son épaisseur varie entre 34 et 150 mètres. Les divers sondages au diamant ont montré que l'épaisseur décroît avec la profondeur, quoique ce fait ne puisse cependant être considéré comme définitivement acquis. Cependant, en admettant cette décroissance, la quantité totale de minerai situé au-dessus du niveau du lac peut être évaluée à 215 millions de tonnes, en plus de l'énorme quantité située au-dessous, mais impossible à évaluer.

A Luossavaara se trouvent quelques gisements de minerai; beaucoup d'entre eux sont recouverts de terrain meuble. Les prospections à l'aiguille magnétique ont montré que le plus grand de ces gisements a une longueur d'environ 1,500 mètres et une épaisseur variable de 2 m. 95 à 55 mètres. Le plongement de la couche, déterminé par une carotte-témoin, a été trouvé d'environ 75 degrés vers l'extrémité sud. La même épreuve a montré que l'épaisseur diminuait avec la profondeur. Il est difficile d'établir des calculs précis, mais cependant il semble assez vraisemblable, en admettant la décroissance avec la profondeur, de pouvoir évaluer la quantité de minerai à 18 millions de tonnes au-dessus du niveau du lac.

De très grandes quantités peuvent être exploitées à ciel ouvert et à bon marché.

Un point important à noter est l'homogénéité de ces minerais qui ne sont, du moins dans les parties connues, mélangés d'aucune roche stérile.

Le minerai est partout dur et compact, mais en même temps rempli de nombreuses et petites fractures qui facilitent sa rupture en petits morceaux par la mine.

Comme qualité il varie beaucoup. La teneur en phosphore permet de le répartir en plusieurs qualités, souvent séparées dans la mine, mais aussi quelquefois mélangées. Les principales qualités varient entre 0.03 et 0.1; de 0.1 à 0.8; de 0.8 à 1.5; et enfin la qualité à haute teneur de phosphore, de 2 à 3 et même de 5 à 6.

Le minerai à bas pourcentage de phosphore (au-dessous de 0.05) se rencontre en assez grandes quantités à proximité des extrémités nord et sud de Kiirunavaara et à Luossavaara. Il est souvent mélangé du minerai à 0.1 p. 100 de phosphore, et quelquefois il est difficile ou impossible de les séparer.

A Luossavaara cette dernière qualité semble être prépondérante. A Kiirunavaara, la plus grande partie du minerai contient généralement plus de 1 p. 100 de phosphore, et souvent de 2 à 3. En somme on peut dire que le minerai de Kiirunavaara est plus riche en phosphore que tous ceux que l'on a explorés jusqu'à présent.

L'apatite, partie du minerai qui contient le phosphore, se trouve tantôt en particules infiniment ténues, disséminées dans la magnétite, tantôt en grains de grosseurs variables, mais toujours si intimement associée qu'il est impossible de la séparer du minerai pur.

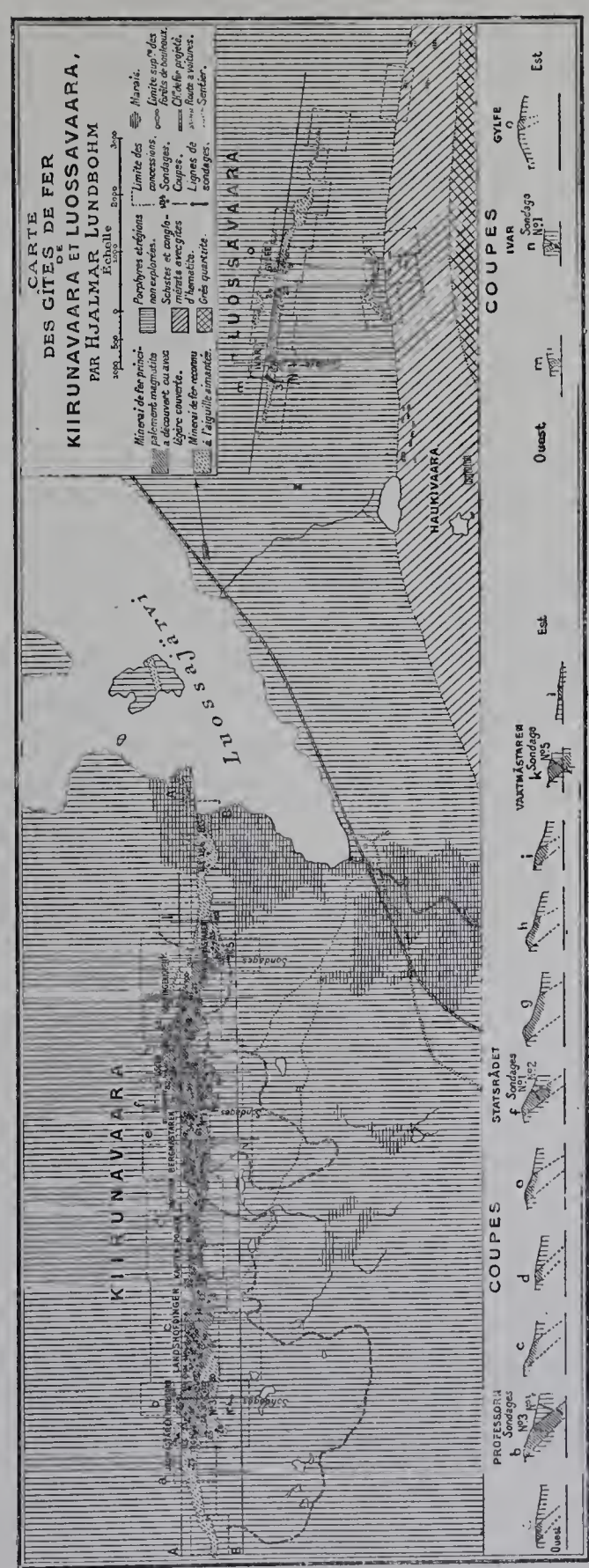


Fig. 108. — Carte et coupes diverses des gîtes de minerai de fer de Kiirunavaara et Luossavaara.

A part l'apatite, les impuretés sont excessivement rares. Quant au pourcentage en fer il est très considérable. A

Kiirunavaara, plus de 60 p. 100 des carottes-témoin extraites ont donné des pourcentages variant entre 67 et 71 ou plus, et 21 p. 100 de ces témoins renfermaient de 60 à 67 p. 100 de fer.

A Luossavaara la teneur moyenne est de 67 à 70.5 p. 100. Les sondages au diamant ont montré les mêmes variations de teneur de fer et de phosphore dans les parties profondes du gisement. Ils semblent aussi indiquer que dans ces régions profondes le minerai contient souvent du spath, comme remplissage de fractures.

La teneur en soufre ne dépasse pas souvent 0.05 ou 0.08, et celle en acide titanique varie pour Kiirunavaara entre 0.32 et 0.95, pour Luossavaara entre 0.94 et 1 p. 100.

Norrbottens Malmförädlings Aktiebolag, société d'enrichissement des minerais de Norrbottens, à Stockholm. — Cette société a des usines à Luba, sur le golfe de Bothnie. Son exploitation a pour objet de transformer les minerais riches en phosphore de Gellivare et de Kiirunavaara. De ces minerais lavés elle extrait, par la séparation magnétique, un minerai de fer pauvre en phosphore (concentrat) d'une part, et d'autre part une apatite qui accuse de 34 à 40 p. 100 de phosphore.

Les échantillons exposés montraient des résultats d'opération. Par exemple :

1° Minerai de Gellivare en poudre :

Fer	60.07 p. 100.
Phosphate	1.42

2° Concentrat par séparation magnétique :

Fer	70.02 p. 100.
Phosphate	0.097

3° Apatites, lavées après séparation magnétique :

Fer	0.15 à 6.62 p. 100.
Phosphate	34.50 40.81

Par la cuisson, ces apatites lavées donnent un produit appelé «Wiborgsphosphat», contenant 22.85 ou 21 p. 100 d'acide phosphorique, phosphate soluble dans les citrates et employé comme engrais.

Société de Husa. — La Société de Husa exposait un certain nombre de minerais de cuivre des mines exploitées par elle. D'après les renseignements recueillis auprès de M. Thams, propriétaire des mines, la composition des minerais serait la suivante :

	1er ÉCHANTILLON.	2e ÉCHANTILLON.
	p. 100	p. 100.
Zn	2.37	2.28
Cu	6.15	9.87
S	13.16	12.80

SUISSE.

L'exposition minière suisse se trouvait au rez-de-chaussée du Palais du Génie Civil et des Moyens de Transports, au Champ de Mars. Seul le gouvernement du canton des Grisons s'était fait représenter.

Ses envois comprenaient :

1° une collection d'échantillons de minerais métalliques du canton, principalement de fer oligiste, hématite, psilomélane et galène argentifère;

2° une collection, plus importante que la précédente par le nombre des échantillons, de blocs de porphyre, marbre, granit, gneiss et serpentine;

3° une notice en français sur les principaux gisements métallifères du canton des Grisons, imprimée à Coire en 1900 et rédigée par les professeurs Tarnuzzer, Nussberger et Lorenz; — nous allons la résumer brièvement;

4° une brochure très courte, en allemand, sur la mine d'or *Goldene Sonne,* du Calanda, par M. Rocco.

Les entreprises de mines dans le canton des Grisons n'ont malheureusement donné jusqu'ici, dans leur ensemble, que des résultats très peu favorables.

DESCRIPTION DES GISEMENTS DU CANTON DES GRISONS.

Les gisements métallifères des Grisons (fig. 109 à 111) se trouvent, pour la plupart, dans le trias moyen ou supérieur et dans le lias.

Les minerais les plus largement représentés sont ceux de fer, plomb, manganèse, zinc et argent; le cuivre n'a guère donné que des échantillons pour collections; l'or n'existe que dans la mine « Goldene Sonne » au Calanda, près de Coire.

Ces divers gisements métallifères sont en général à une hauteur assez grande au-dessus des vallées.

I. **Mine « Goldene Sonne ».** — On y a trouvé de l'or natif dans des filons de quartz et de spath calcaire traversant le jurassique moyen.

Le gisement « Goldene Sonne » est situé à l'altitude de 1,312 mètres, à trois heures de Coire et à deux heures de Felsberg. Des tentatives d'exploitation ont été faites de 1809 à 1813 et de 1856 à 1861. En 1813, 72 doublons grisons furent frappés avec de l'or provenant du Calanda; mais pendant la deuxième période de l'exploitation on ne tira guère que des échantillons pour expositions ou collections.

Les étages géologiques du Calanda, en commençant par le bas, sont les suivants :

D'abord le jurassique inférieur, composé surtout :

1° de dolomie jaune rougeâtre (rötidolomit), avec pellicules de séricite;

2° de calcaires brillants et foncés;

3° de grès très ferrugineux.

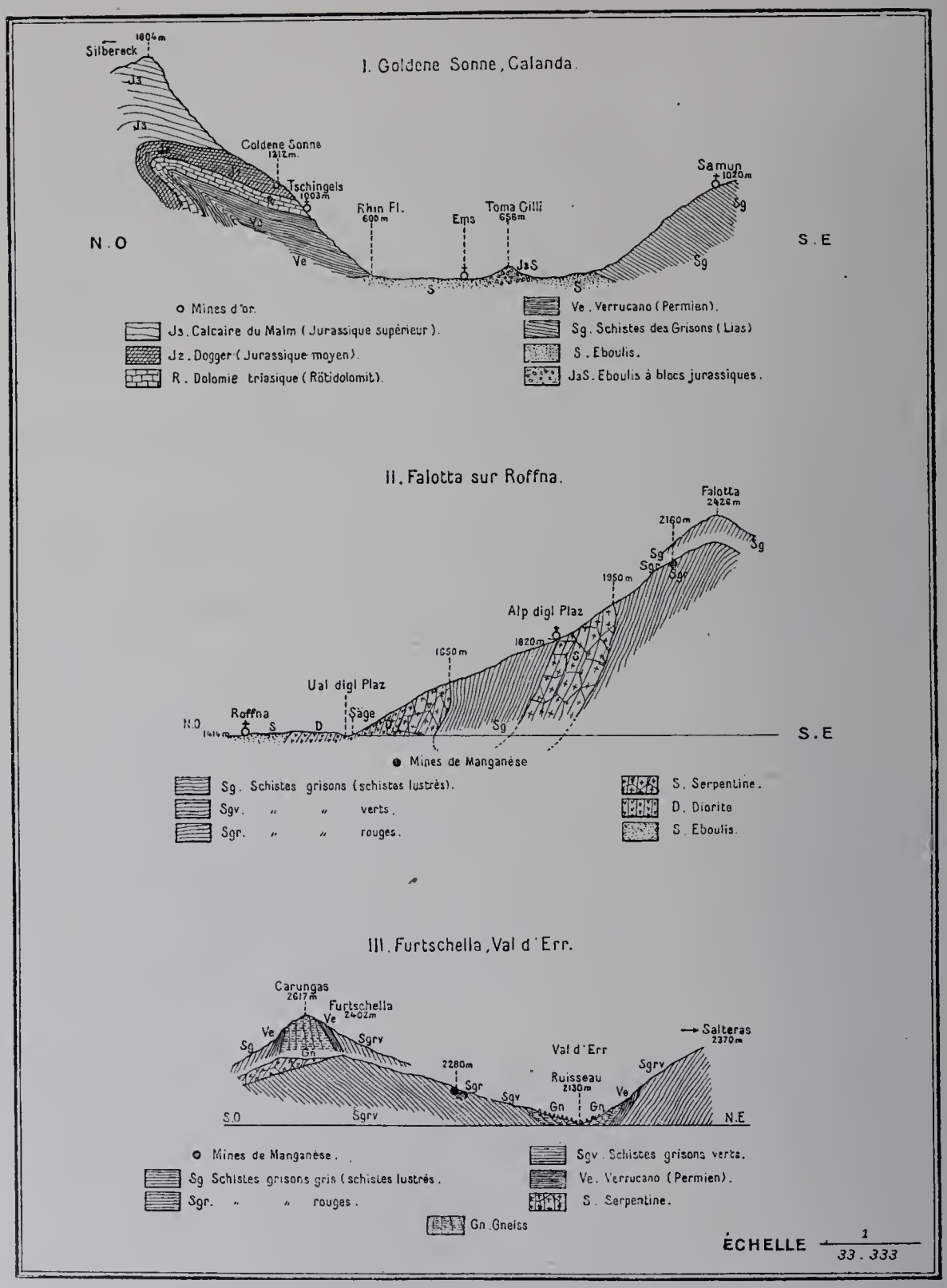


Fig. 109. — Coupes suisses diverses, 1 à 3.

Le jurassique moyen comprend :

1° des schistes à *ammonites opalinus*;

2° des schistes quartzifères, gris verdâtre, à séricite et à rognons de quartzites;

3° des grès ferrugineux à fossiles indéterminables;

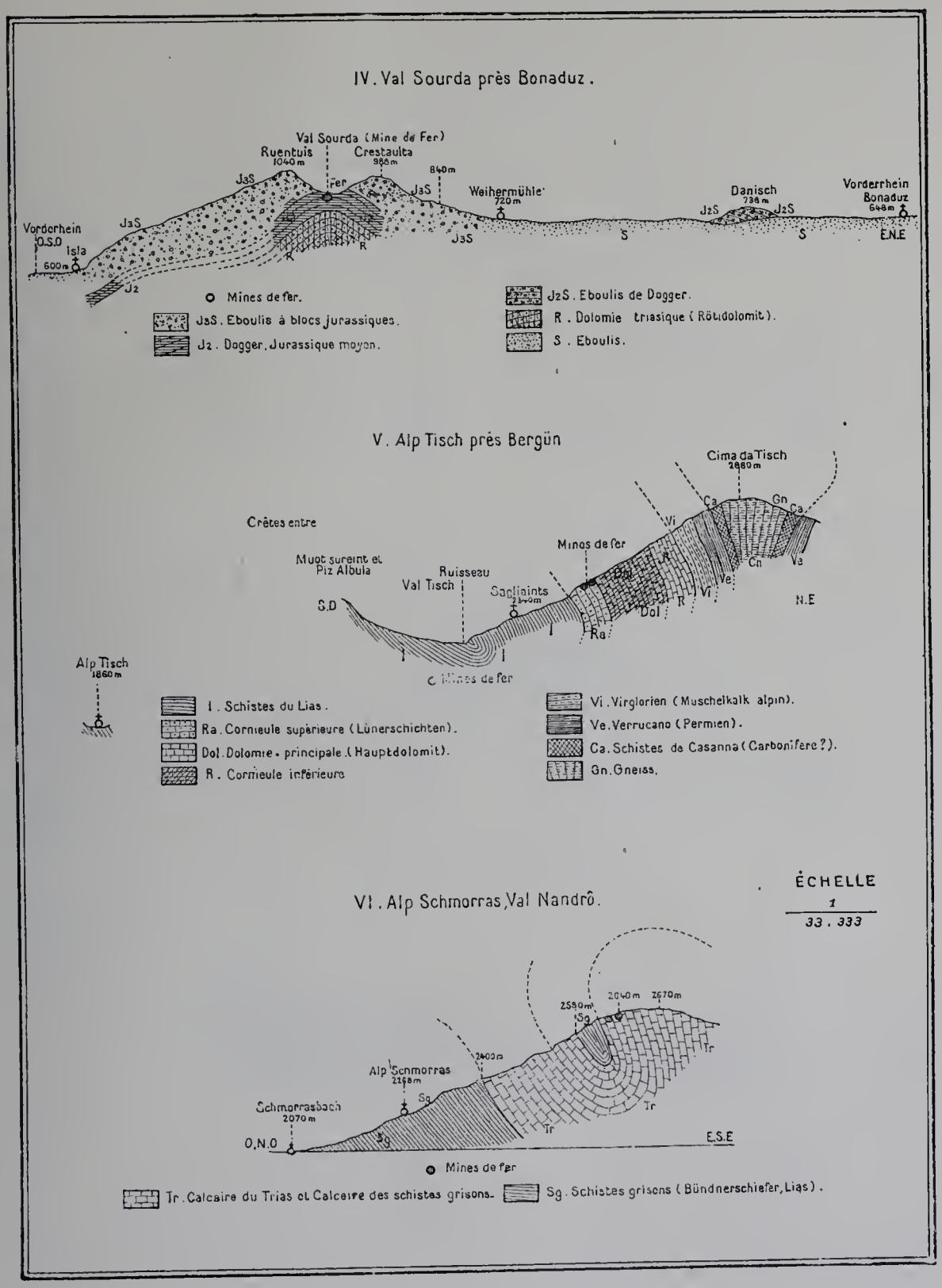


Fig. 110. — Coupes suisses diverses, 4 à 6.

4° des calcaires à crinoïdes:

5° de l'oolithe ferrugineuse à bélemnites.

Le jurassique supérieur est formé : 1° de schistes argileux à *ammonites ornatus;*

2° de calcaires de Schilt (oxfordien supérieur).

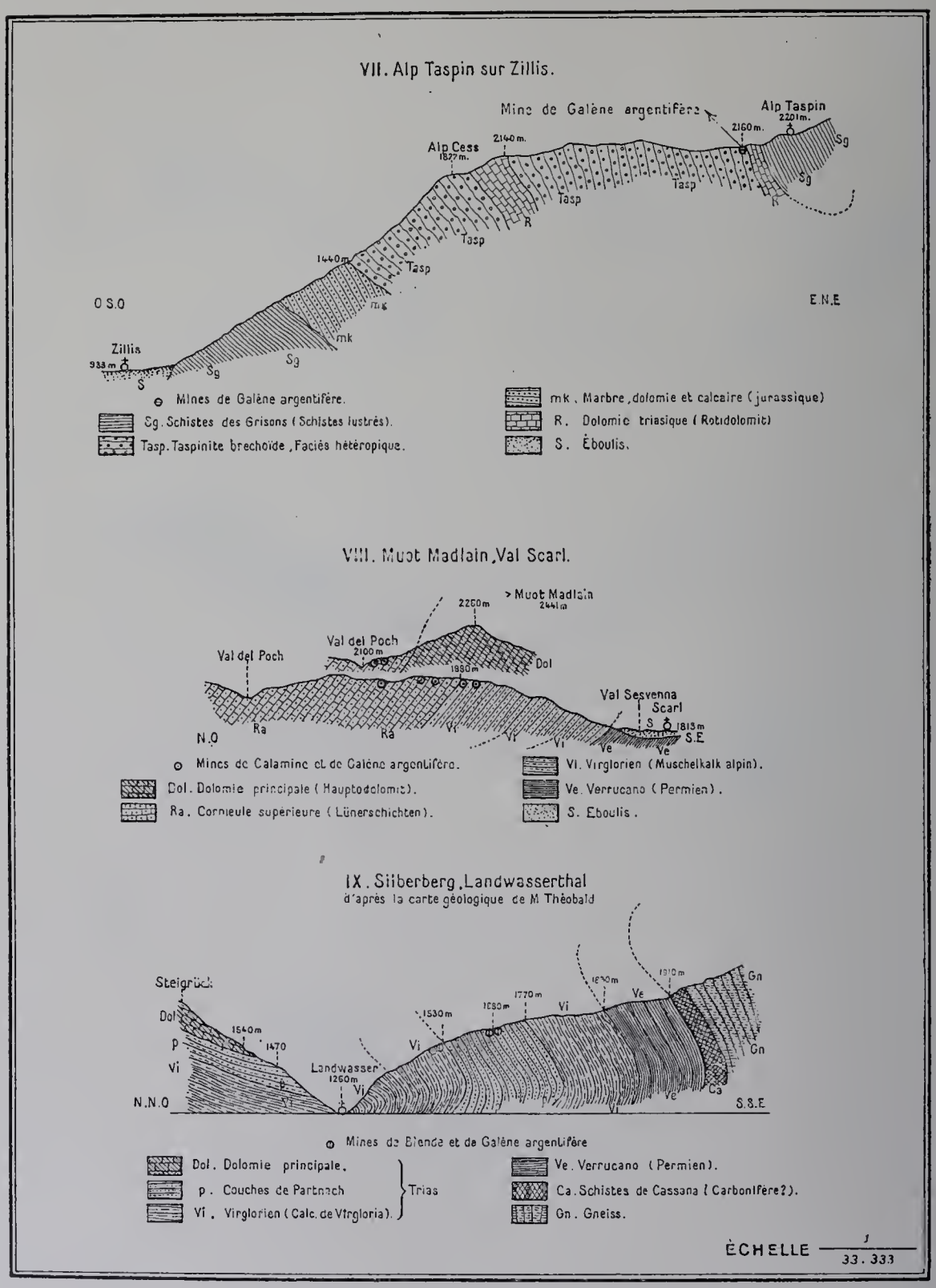


Fig. 111. — Coupes suisses diverses, 7 à 9.

Enfin le jurassique est recouvert de calcaires crétacés très puissants et formant la masse principale du Calanda.

L'or natif des filons a été trouvé à côté de beaux cristaux de pyrite arsenicale. La puissance de ces filons varie de 2 centimètres à 1 m. 50.

La concession actuelle de la «Goldene Sonne» (3,500 hectares pour soixante-quinze ans) appartient à M. Rocco, inspecteur des mines. La notice expose longuement l'histoire de la mine, ses périodes successives, et de durées fort inégales, d'activité et d'arrêt. Pendant une des dernières périodes d'activité, la mine produisit des quantités d'or assez importantes, mais dont la valeur exacte n'est pas connue; on sait seulement que la matière des 600 ducats frappés aux armes du canton des Grisons, épars aujourd'hui dans diverses collections particulières, provenait des gisements du Calanda, comme d'ailleurs tous les nombreux échantillons de quartz aurifères des principaux musées suisses (Coire, Saint-Gall, Zurich, Berne, etc.).

Dans ces dernières années, la «Goldene Sonne» fut visitée successivement par les professeurs Théobald, de Coire; Simmler, de Berne; Escher, de Zurich, et Deicke, de Saint-Gall; tous conclurent qu'il y avait lieu de reprendre l'exploitation. Mais, en 1900, les travaux sont toujours arrêtés, faute de capitaux.

II. **Minerais de fer du Val Sourda, dans la vallée du Rhin supérieur, entre Bonaduz et Versam.** — Dans le vallon sans eau du val Sourda, derrière le fonds bien arrosé de la Weihermühle, à l'ouest et au sud-ouest de Bonaduz, se trouve un gisement de fer, dans le jurassique moyen, c'est-à-dire dans le même étage qui, au Calanda, contient les filons aurifères.

Ce gisement, situé à 900 mètres d'altitude, renferme de l'hématite et du fer magnétique. La couche ferrugineuse affleure de nouveau au sud de Hohentrins, dans la gorge du Rhin qu'elle traverse à Wackenauer Sporn. La contrée est couverte, en outre, de gros blocs erratiques. Des essais partiels d'exploitation furent faits en 1868 et 1869.

Une coupe du val Sourda, en remontant, serait la suivante :

1° dolomie triasique;

2° dogger inférieur ferrugineux;

3° calcaire à crinoïdes;

4° oolithe ferrugineuse.

Dans l'Oberland grison, on peut encore mentionner les gisements de magnétite et de diorite, autrefois exploités tous les deux, du Val de Puntaiglas, au-dessus de Truns. Autrefois, on a essayé également d'exploiter, de l'autre côté du Rhin, au sud de Truns, les mines de fer Obersaxen et Ruis.

III. **Minerais de l'Alpe Schmorras, dans le Val Nandro (Oberhalbstein).** — De la chaîne du Piz Grisch, se détache la chaînette Fianell Piz Alv, dont les trois sommets (2,848 à 3,048 mètres) renferment des gisements de fer oxydé : les plus importants sont au sommet nord (2,726 mètres).

La succession des étages géologiques de la contrée est la suivante :

1° schistes grisons de l'Alpe Schmorras;

2° schistes serpentineux de composition et de couleur très variables, avec petites fentes remplies d'asbeste;

3° marbres et calcaires marmoréens et dolomitiques du trias ; entre les calcaires et les marbres se glissent quelques schistes;

4° schistes grisons, verts et gris, formant un synclinal dans le calcaire triasique; les grès ferrugineux commencent en haut de ces schistes;

5° calcaires du trias, affleurant jusqu'au sommet. C'est à leur limite que se trouvent les gisements d'hématite et de fer oligiste.

Ces couches métallifères réapparaissent au sud jusqu'à Pizalv, où elles affleurent en trois endroits principaux, mais avec une épaisseur moindre. Autrefois les grès ferrugineux étaient amenés péniblement jusqu'aux fonderies de Tinzen, et on peut encore reconnaître les traces d'une exploitation, jadis active, des deux côtés de la vallée, ainsi que le montrent des galeries nombreuses. Les mêmes minerais se trouvent encore au-dessus des fonderies d'Avers au bord du Rhin, encaissés dans le gneiss de Roffna.

IV. **Mines de fer oligiste du Val Tisch (vallée de l'Albula) [1,388 mètres].** — Le Val Tisch présente un synclinal de lias, qui paraît enfoncé dans le muschelkalk alpin et la dolomie triasique. Sur le versant sud de la Cima da Tisch, à 2,880 mètres, on retrouve les anciennes galeries de l'exploitation du fer oligiste, près du contact entre le lias et le trias.

Là, le profil géologique est le suivant :

1° schistes du lias de l'Alpe Tisch;

2° schistes de Lün, bordant ordinairement le muschelkalk et la dolomie du trias (ce sont des roches jaunes, siliceuses, poreuses, à nombreuses inclusions de brèches et d'éboulis); c'est surtout dans ce niveau schisteux qu'étaient tracées les galeries d'exploitation;

3° dolomie en couches puissantes, et avec des filons de fer oligiste;

4° cornieule inférieure (zellendolomit);

5° muschelkalk alpin, de couleur foncée, en plaquettes compactes;

6° conglomérats quartzeux à aspect porphyrique;

7° schistes sériciteux (une simple bande étroite);

8° gneiss de l'arête et du sommet.

Vers le Val Plazby, les couches se retrouvent, mais en ordre inverse.

Le fer oligiste forme un réseau de filons, à renflements parfois importants. A Sagliaints, on voit encore les restes d'une exploitation ancienne, dont le puits principal se trouve à 2,400 mètres d'altitude. Le fer oligiste était fondu dans les hauts fourneaux de Bellaluna.

Dans les conglomérats quartzeux, très développés au Val Plazby, on remarque les traces d'une exploitation encore plus ancienne de fer oligiste et de sidérose.

Aucune de ces exploitations n'a encore été reprise.

V. **Gisements de galène et de calamine argentifères du Piz Madlain dans le Scarlthal.** — Le Scarlthal est la vallée latérale la plus étendue de l'Engadine inférieure.

Un large chemin monte du fond de la vallée jusqu'aux mines; c'étais autrefois une route carrossable. Les travaux les plus élevés sont à 2,100 mètres.

A considérer les nombreuses galeries anciennes ou modernes et les tas de déblais des excavations, on se rend compte de l'importance des travaux de recherches et même d'exploitation exécutés dans la contrée. On peut encore aujourd'hui pénétrer très profondément dans quelques-unes des galeries supérieures. Toutes les galeries anciennes forment un véritable labyrinthe dans la montagne; elles servaient surtout à l'extraction de la galène argentifère.

Les minerais se retrouvent, et à une altitude encore plus considérable, dans la vallée latérale de Sesvenna, où il y eut un commencement d'exploitation, comme au Val Minger, la plus longue des vallées latérales au sud-ouest de Scarl.

Mentionnons enfin la mine d'*Ofenbergpass*, située à 600 mètres au-dessus de la route postale, et qui fut le siège d'une extraction active, mais intermittente, de fer et de plomb.

VI. **Minerais manganésifères du Val d'Err (Oberhalbstein).** — Il n'y a plus actuellement qu'une exploitation de minerais de manganèse dans le canton des Grisons : c'est celle des gisements de pyrolusite et de psilomélane du Val d'Err. Nous regrettons de n'en pas connaître la production actuelle.

Ces gisements ont été étudiés par M. de Launay, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des mines de Paris, qui a publié en 1896 une notice intitulée : *Nouvelle contribution à l'étude des minerais de manganèse du canton des Grisons.*

La situation des étages géologiques est la suivante :

a. gneiss recouverts d'une puissante couche d'éboulis;

b. schistes des Grisons, verts à serpentine;

c. schistes rouge cerise, à rognons de silex. C'est à la lisière de ces deux derniers niveaux que se trouvent les minerais de manganèse, en partie associés à la limonite;

d. schistes des Grisons vert rougeâtre, très puissants, très quartzeux, avec des couches de manganèse à la limite inférieure, ce qui les met à une altitude de 2,280 mètres;

e. serpentine, et

f. le gneiss de l'arête, formant un anticlinal écrasé en éventail.

L'Ochsenalp de Tinzen est une vallée latérale au Val d'Err. On y a exploité dans la serpentine du sulfure de cuivre pour la fabrication du vitriol; mais la mine était beaucoup plus riche en fer qu'en cuivre.

VII. **Gisements manganésifères de la Falotta, au-dessus de Roffna (Oberhalbstein).** — Ce sont de gros fragments de psilomélane, exploités encore aujourd'hui pour les verreries et les fonderies du pays. Ils sont inclus dans des schistes serpentineux, que la serpentine elle-même traverse en vrais filons se prolongeant dans la diorite.

Les minerais de manganèse affleurent sur les flancs de la Falotta, à 2,160 mètres.

Ils comprennent non seulement la psilomélane, mais aussi la pyrolusite et même la polianite qui est par endroits la combinaison manganésifère prédominante.

VIII. **Galène argentifère et blende du Silberberger (vallée de la Landwasser).** — Les formations dominantes de la vallée sont les étages moyen et supérieur du trias, qui reposent sur des schistes cristallins ou des gneiss. La galène et la blende sont dans le muschelkalk alpin, à l'altitude moyenne de 1,530 mètres. On voit encore les traces d'anciens travaux d'exploitation. En 1816, une fonderie de zinc fut installée à Kloters, où elle fonctionna jusqu'en 1833, plus longtemps par conséquent que celle de Bellaluna, qui fut en activité seulement de 1821 à 1829. Une deuxième période de travail eut lieu au Silberberg de 1837 à 1848. C'est à cette époque qu'on construisit à grands frais une route reliant le fond de la vallée aux galeries d'exploitation. En 1896, l'extraction n'avait pas été reprise depuis 1848.

IX. **Galène argentifère de l'Alpe Taspin, au-dessus de Zillis (vallée de Schams).** — Cette vallée renferme des filons de galène argentifère avec barytine, riches parfois en chalcopyrite ou en malachite.

Ces filons contiennent un conglomérat particulier, qui a reçu le nom de *taspinite*. Il est formé de schistes et de brèches à ciment calcaire comprenant de grandes quantités de crinoïdes et de bélemnites, et parfois de puissantes inclusions de dolomie, de calcaire ou de marbre. La taspinite repose sur les schistes gris des Grisons; elle est recouverte de dolomie triasique.

L'exploitation de la galène argentifère fut autrefois très active; c'est la trop grande altitude du gisement (plus de 2,150 mètres) qui a obligé à arrêter l'extraction.

Les divers minerais, dont nous venons de passer en revue les gisements, ont été analysés au laboratoire cantonal, par les docteurs Nussberger et His pour les minerais de fer, sauf ceux du Val Ferrera qui ont été étudiés par M. le professeur Husemann.

Les échantillons de manganèse ont été analysés par M. Schwartzbach, ceux de galène argentifère par M. Nussberger, enfin ceux de cuivre par MM. Balloz et Milloz.

Voici les résultats les plus intéressants :

Fer spéculaire de l'Albula, 60 p. 100 de fer et 67 p. 100 au Val Plazby.

Hématite de Ferrera, 44 p. 100 de fer.

Galène argentifère de l'Alpe Taspin, 33.38 p. 100 de plomb; rapport du plomb à l'argent : 209.

Psilomélane de Roffna : manganèse, 55 p. 100.

Cuivre gris argentifère d'Ursera, 16 p. 100 de cuivre et 5 gr. 33 d'argent à la tonne.

Il est regrettable que tous les autres cantons suisses n'aient pas exposé et que le Gouvernement Fédéral n'ait pas fait mettre à jour, en 1900, l'ouvrage sur les exploita-

tions minérales de la Suisse publié en 1896, à Genève, sous la direction de M. L. Duparc.

Aussi est-ce fort brièvement que nous passerons en revue ces divers cantons :

1° *Neufchâtel.* — Les hautes vallées du Jura neufchâtelois renferment de vastes tourbières, dont les deux principales sont celles des Ponts et de la Brévine. La première, située à 1,000 mètres d'altitude, est longue de 13 kilomètres; sa largeur varie de 500 mètres à 2 kilomètres. L'épaisseur de la tourbe est de 3 à 4 mètres; son exploitation est très active.

Au val de Travers, il y a un gisement d'asphalte connu depuis deux cents ans et exploité régulièrement depuis 1801. La couche est formée de calcaire imprégné de bitume; son épaisseur varie de 4 à 8 mètres; elle appartient à l'urgonien et repose sur des marnes sans infiltrations bitumineuses. Le calcaire est recouvert par des argiles jaunes ou verdâtres, où l'on trouve des poches d'asphalte. L'exploitation, en partie à ciel ouvert, est faite par la Société *The Neufchâtel Asphalt C°*, qui exporte l'asphalte pulvérisé en Europe et jusqu'en Amérique. Nous regrettons de n'en pas connaître la production annuelle.

2° *Argovie,* 3° *Bâle* et 4° *Soleure.* — Ces trois cantons ne fournissent que de la tourbe et des argiles réfractaires. Argovie et Soleure ont des gisements de fer pisolithique inexploités.

5° *Chaffouse,* 6° *Appenzell* et 7° le *Tessin.* — Ils ne renferment, au point de vue minier, que du gypse, des argiles et des matériaux de construction. Appenzell produit aussi de la tourbe et le Tessin de la tourbe et des marbres; ce dernier canton a aussi un gisement de plomb argentifère à Aranno et une mine de fer à Bogno. Mais l'extraction de ces deux minerais est arrêtée aujourd'hui. Enfin le Tessin possède deux sources minérales alcalines lithinifères, à Stabbio, près de la frontière italienne, et à Aquarossa.

8° *Thurgovie,* 9° *Zug,* 10° *Schwytz,* 11° *Unterwald.* — Ces quatre cantons ne produisent que de la tourbe et du ciment. Unterwald a aussi une importante carrière de marbre noir, en exploitation depuis 1893, à Lungern.

12° *Zurich.* — Avec les remarquables dépôts gypseux de Nieder-Weningen, les gisements importants du canton sont ceux de lignite : 1° de Käpfnach, où on les consomme sur place pour la fabrication de la chaux hydraulique et du ciment; 2° de Unter-Wetsiken et 3° de Dürnten.

Zurich renferme aussi les sources minérales de Gyrenbad, Bocken, Wengi et Niedelbad.

13° *Uri* et 14° *Glaris.* — Ils ont tous deux des gisements inexploités de tourbe, de gypse et de fer.

Glaris a des sources minérales dans la vallée de Linththal.

IMPRIMERIE NATIONALE.

15° *Saint-Gall.* — Il produit de nombreux et variés matériaux de construction (plus de 50,000 mètres cubes extraits de 30 carrières), des briques réfractaires à Unterterzen, des marbres à Bärschis et Quinten, du ciment à Wallenstadt, des ardoises à Vadura et des lignites à Mörschwyl et Utznach. Le filon d'hématite manganésifère du Gouzen n'est plus exploité depuis vingt ans. C'est dans le canton de Saint-Gall que se trouve la source minérale bien connue de Pfäffer, dont l'eau est amenée à Ragatz. Elle a été étudiée par M. de Launay, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des mines de Paris.

Cette eau contient par litre 0 gr. 098 d'acide carbonique et 0 gr. 30 de résidu fixe, formé surtout de carbonates de chaux et de magnésie, de chlorure de sodium et de sulfate de soude.

16° *Lucerne.* — Les rivières Luthern et Wiggern charrient quelques paillettes d'or et des essais de lavage de leurs sables ont été tentés anciennement à Luthern et à Hergiswyl.

Il y a peu d'années, un important gisement de lignite a été découvert à Zell; il paraît s'étendre jusqu'à la frontière bernoise.

La tourbe est exploitée sur une vaste échelle dans les marais du canton.

Les sources minérales sont au nombre de quinze, la plupart utilisées dans des établissements de bains.

17° *Berne.* — Le Jura bernois produit de la tourbe, du gypse servant à la fabrication des engrais chimiques et des argiles réfractaires à Lengnau; à Délémont, il y a une exploitation de minerai de fer à la base du tertiaire, qui repose sur des calcaires ptérocériens. Le minerai est en amas irréguliers.

La région alpine du canton renferme des gisements de plomb, d'argent, de fer et de houille, dont l'extraction a été arrêtée par l'élévation du prix de revient. Un banc de lignite a été exploité pendant quelque temps à la frontière lucernoise, près de Hutswyl.

Le canton a 23 sources minérales, toutes utilisées.

18° *Fribourg.* — Il possède les importantes tourbières de la Broye, du Lac, de la Sarine, de Senèdes, où la couche exploitable a plus de 3 mètres d'épaisseur, de Singine, de la Glane et de la Gruyère. D'énormes et nombreux blocs erratiques, cristallins ou calcaires, sillonnent les dépressions marécageuses du canton.

Une molasse aquitanienne à lignite occupe deux zones : l'une, au nord-ouest, suit la vallée du Flou; l'autre, au sud-est, celle de la Mionnaz.

La formation molassière a 435 mètres de puissance moyenne, mais les couches de lignite ne dépassent pas 0 m. 30. Bien qu'elles soient nombreuses, leur exploitation est arrêtée depuis 1880. En 1889 un sondage fut exécuté à Corpataux, au bord de la Sarine; il retrouva la molasse à charbon à 60 pieds; mais le lignite y est inexploitable à cause de sa faible puissance.

L'hiver on exploite dans des schistes noirs des couches de calcaire accompagné de charbon (houiller jurassique des Gastlosen).

Les eaux minérales du canton sont de deux sortes :

a. *Sources alpines et subalpines.* — Toutes les sources sulfureuses viennent du gypse triasique ou éocène; les sources ferrugineuses sortent du flysch; les deux types sont le plus souvent réunis, comme au Lac Noir et au Gurnigel.

Les Alpes fribourgeoises renferment 8 sources échelonnées sur la ligne de contact du flysch de la chaîne Niremont-Berra et du trias qui forme la base de la première chaîne calcaire (Pré-Alpes). Les sources de Därstetten et de Weissenburg, dans le Simmenthal, sont situées au sud de la chaîne calcaire du Stockhorn, dans une position symétrique des premières, qui sont au nord de cette même chaîne.

b. *Sources du plateau.* — Il y en a toute une série dans la vallée de la Broye, où elles sont alignées comme si une fracture avait, à la fois, donné issue à ces sources et déterminé le cours de la Broye. Cet alignement au pied du Jura joue un rôle important dans la géologie de la Suisse, et il porte encore les sources d'Aix-les-Bains et d'Aubonne.

Les lacs de Neufchâtel, de Morat et de Bienne occupent les points bas de cette grande auge subjurassienne, à laquelle on peut rattacher le lac du Bourget. La ligne de la Broye est parallèle à la ligne asphaltique Seyssel-Travers.

Sur le plateau se trouvent les sources sulfureuses de Garmlswyl et de Bonn.

Enfin, il est curieux de constater que des légendes se conservent sous les chalets de Fribourg, dont le thème est toujours la richesse minérale du sous-sol. Or il n'a jamais été trouvé jusqu'à présent que quelques pyrites de fer, nullement aurifères, et le canton ne renferme aucun minerai exploitable.

19° *Vaud.* — Il produit des marbres à Saint-Triphon et Arvel, du gypse dans la vallée du Rhône, enfin et surtout du sel gemme à Bex.

Cette saline fut découverte en 1554, sous forme d'abord de source salée, et exploitée seulement sous cette forme jusqu'en 1823. Voici le mode d'exploitation actuelle : on perce dans la roche salée une galerie, de laquelle partent des escaliers atteignant à une profondeur variable, où l'on creuse une vaste salle horizontale; au-dessous d'elle on fait une seconde galerie, qui communique avec la salle au moyen d'une chante-pleure; puis, on fait arriver par l'escalier de l'eau douce en quantité suffisante pour immerger le plafond de 0 m. 30. Le massif salé, formé d'argile et de sel, se délaye dans l'eau; l'argile tombe au fond et le sel se dissout; dès que le plafond de la salle se trouve au niveau du sommet de l'escalier, on ouvre la chante-pleure : l'eau salée saturée s'écoule dans la galerie et va de là, par des canalisations, alimenter les chaudières d'évaporation.

Le sel de Bex est composé de 70 p. 100 d'anhydrite et de 22 p. 100 seulement de sel, qu'on précipite surtout par évaporation, soit à l'air sur feu nu, soit dans des chaudières avec poêle contenant un réseau tubulaire où passe de la vapeur, soit encore dans le vide.

Les eaux mères de Bex, dont le rôle thérapeutique bien connu est comparable à celui des eaux de Kreuznach, sont réservées pour les deux tiers aux hospices et aux bains de Lavey.

Ces eaux-mères renferment 292 gr. 49 de matières solides, savoir :

Chlorures	de magnésium....	142gr80	Sulfate de soude.....	35 49
	de calcium.....	40 39	Silice.....	0 15
	de potassium.....	38 62	Alumine.....	0 39
	de sodium.....	33 92		
Bromure de magnésium.....		0 65	Total.....	292gr49
Iodure de magnésium.....		0gr08		

Eaux minérales. — Le canton de Vaud possède plusieurs sources minérales : sulfureuses, thermales ou alcalines; trois d'entre elles sont des sources sulfureuses et thermales, dont deux doivent leurs propriétés à des couches de cargneule et de gypse triasiques et l'autre à des couches de marne et de gypse tertiaires. Les eaux sulfureuses sont celles de Lavey, d'Yverdon et de l'Alliaz au-dessus de Montreux. Les sources alcalines ou ferrugineuses sont celles de Henniez, Montreux et Ginnel.

Le puits, profond de 20 mètres, au fond duquel se trouve la source de Lavey, traverse une couche de cargneule triasique, à la base de laquelle on voit les filets d'eau jaillir d'une roche feldspathique, ce qui explique comment les eaux de l'Avey sont également à base de potasse et de soude. La température, au point d'émergence, est de 51 degrés.

Les eaux d'Yverdon, dont le débit est de 200 litres par minute, ont une température de 23 degrés; ce sont des eaux sulfureuses sodiques.

L'eau minérale sulfureuse de l'Alliaz contient, par litre, 9 cm. c. 8 d'hydrogène sulfuré et 116 cm. c. 8 d'acide carbonique libre.

Les eaux d'Henniez, bicarbonatées, alcalines, acidulées, ont une température de 10 degrés; elles doivent leur principe alcalin à leur passage à travers des dépôts glaciaires et des couches profondes de molasse marine.

Les eaux de Montreux sont minérales, alcalines, légères; celles de Gimel, minérales, alcalines et très ferrugineuses (0 gr. 04257 de bicarbonate de fer par litre); elles contiennent, pour 78.5 p. 100 des substances dissoutes, du bicarbonate de chaux et de magnésie.

20° *Genève.* — Le seul gîte minéral de ce canton est celui de Dardagny, formé de molasse bitumineuse surmontant une couche de gypse. La molasse ne renfermant que 8.25 p. 100 de bitume, l'exploitation des imprégnations a été rapidement arrêtée. Le bitume contient une partie de goudron et 3.9 d'huile minérale.

21° *Valais.* — Il produit de la terre ollaire, et il est le seul canton suisse ayant une exploitation de graphite et d'anthracite. Le charbon est dans un schiste argileux, noir, qui fournit de bonnes ardoises. Ces mines se trouvent, les unes sur la rive gauche

du Rhône, vers le col des Établons, les autres entre Vallorcine et la montagne de Fully.

A Saillon on extrait un marbre renommé dans le pays; à Collombey, un marbre analogue n'est pas encore en exploitation. Le canton produit aussi du ciment à Vouvry et des ardoises à Mex. De plus, le Valais renferme un assez grand nombre de gisements, où l'on a exploité pendant quelque temps de la galène argentifère, du cuivre gris argentifère et des sulfo-arséniures de nickel et de cobalt.

En 1896, sur dix concessions, deux mines étaient en activité : celle de nickel et de cobalt du Pas de la Forchetta et celle de pyrite aurifère de Gondo, dont les travaux, abandonnés depuis vingt ans, furent repris en 1896 par une société française. Un câble aérien réunit le gisement aux ateliers de préparation mécanique. Des turbines installées dans le torrent de Zwischbergen fournissent la lumière et la force aux ateliers de broyage et d'amalgamation.

Sur les deux versants de la vallée du Rhône, à l'est de Fiesch, on a trouvé plusieurs minéraux rares, notamment des oxydes de titane, des silicates et des sulfures d'arsenic, qui ont fait l'objet d'un commerce assez important.

Comme expositions particulières suisses ayant reçu une récompense, il y a lieu de retenir celle de la maison Zgraggen, d'Hergiswyl (canton d'Unterwald), qui avait envoyé une belle collection de granits suisses.

TURQUIE.

Le Gouvernement turc n'avait pas fait d'exposition officielle à la Classe 63; mais, dans son pavillon de l'allée des Nations, se trouvaient les quatre expositions particulières suivantes :

1° émeri Ernest Abbott, de Smyrne;
2° émeri Aphrodisias et Olympos;
3° charbon de terre et briquettes de la Société d'Héraclée;
4° échantillons divers de bitume des mines de Sélénitza.

I. ÉMERI ABBOTT, DE SMYRNE.

M. Ernest Abott a été le premier exploitant d'émeri (fig. 112) en Turquie, et quelques-unes de ses mines sont ouvertes depuis quarante-cinq ans; il a actuellement 13 exploitations, qui ont produit 12,000 tonnes d'émeri en 1899. Cette production, qui pourrait être de beaucoup dépassée, est limitée par le chiffre des ventes.

L'extraction totale annuelle d'émeri en Turquie est d'environ 20,000 tonnes.

Les principaux débouchés sont l'Amérique, l'Angleterre et l'Allemagne.

M. Abbott emploie de 450 à 500 ouvriers, dont le salaire moyen est de 3 francs à 3 fr. 50 par jour.

II. ÉMERI APHRODISIAS ET OLYMPOS.

L'exploitation de ces mines est entièrement faite à ciel ouvert.

Outre les difficultés particulières provenant de la dureté de l'émeri, les exploitations Aphrodisias et Olympos ont à lutter contre celles occasionnées par un marché limité et une main-d'œuvre des moins stables.

Sur les 20,000 tonnes d'exportation annuelle, 40 p. 100 vont en Amérique et autant en Angleterre; très peu prennent le chemin de la France, qui n'emploie guère que les émeris de Naxos, les meilleurs, du reste.

Fig. 112. — Vue d'une mine d'émeri (Asie Mineure).

III. SOCIÉTÉ D'HERACLÉE.

La Société ottomane d'Héraclée a été fondée en 1896, au capital de 10 millions de francs, en vue d'exploiter les importants charbonnages de cette région (Asie mineure, rivage sud de la mer Noire).

D'après la monographie publiée en 1897 par M. Ralli dans les *Annales de la Société de géologie de Belgique*, et d'après les travaux de MM. Reumaux et Weiss, le terrain houiller d'Héraclée est divisé en trois étages : inférieur, moyen et supérieur, correspondant

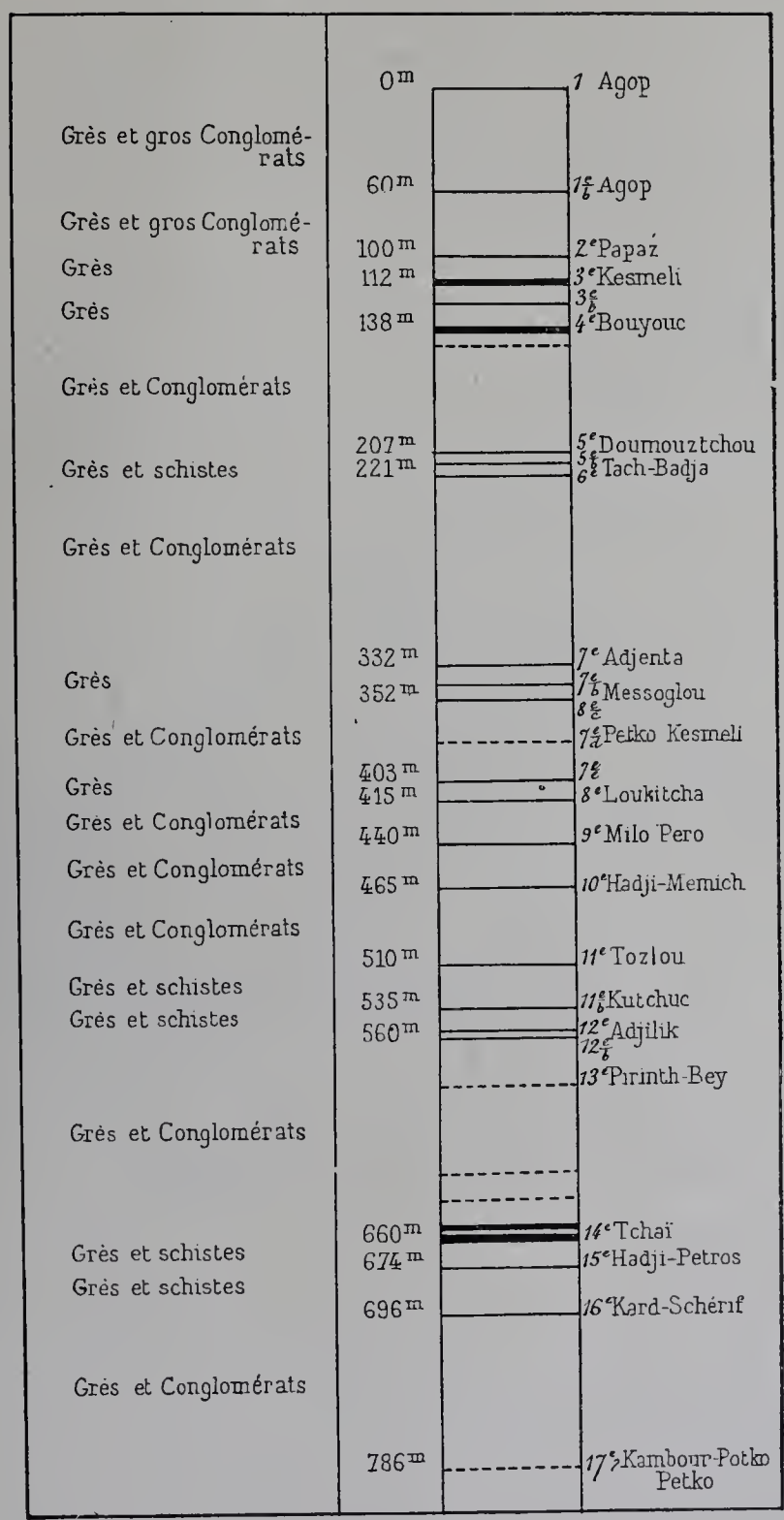


Fig. 113. — Coupe verticale de l'étage moyen et des couches ou filets.

chacun aux couches houillères de la Silésie, du Pas-de-Calais et du canal de Bristol :

1° les couches du houiller inférieur sont au nombre de quatre ou cinq ; le charbon en est assez pur et contient environ 40 p. 100 de matières volatiles;

2° les couches du houiller moyen (fig. 113) sont beaucoup plus nombreuses et for-

ment la principale richesse du bassin; 21 d'entre elles ont une puissance dépassant 1 mètre et donnent un charbon analogue à celui du Pas-de-Calais; depuis 1897, on a rencontré, en outre, un nouveau faisceau dit de «Ghélick», qui comprend 4 couches du houiller moyen : Théodore, de 2 m. 50 de puissance; Robert, de 2 m. 50; Léonidas, de 0 m. 90 et Élie de 2 m. 60;

3° les couches de l'étage supérieur, dans les régions où elles ont été aménagées, ont fourni un charbon chargé de cendres et de soufre, d'où l'arrêt de leur exploitation.

La région d'Héraclée est très montagneuse et se compose d'une série de vallées encaissées entre des collines hautes de 400 à 600 mètres. La houille affleure jusqu'aux sommets de ces collines, dont les flancs sont devenus le siège des principales exploitations. Les vallées donnent naissance à de petites rivières se jetant dans la mer ou disparaissant parfois dans les fissures des calcaires crétacés qui recouvrent la partie nord du gisement.

Le terrain houiller affleure sur une étendue de 150 mètres le long du rivage de la mer Noire; il se divise en trois bandes parallèles. La première part de Kiossé-Aghzy, à 15 kilomètres d'Héraclée, et s'enfonce rapidement dans l'intérieur des terres; elle a donné lieu au bord de la mer à quelques petites exploitations dans les couches du houiller moyen et inférieur; mais ces exploitations n'ont guère réussi, la région étant très disloquée, et l'extraction n'y paraît pas susceptible de développement. La deuxième bande appartient au houiller moyen et comprend la plupart des mines exploitées; elle quitte la mer près de Coslou, passe à Zongouldak, à Tchatal-Aghzy pour s'enfoncer dans la direction de la rivière de Filios, sans que ses limites aient été reconnues vers l'est. La troisième bande part d'Amasra, près de l'embouchure de la rivière Barten, et s'étend jusqu'à Djiddé; quelques petites mines y sont exploitées, mais le combustible n'y paraît pas de bonne qualité.

Le charbon de l'étage moyen est une houille grasse, flambante; les échantillons recueillis dans les diverses veines exploitées ont donné en moyenne :

Matières volatiles	environ	29.32	p. 100.
Cendres infusibles	de 4.00	à 8.00	
Soufre	0.23	0.40	

(chiffres communiqués par la Société d'Héraclée).

Le rendement en gaz a été en moyenne de 28 m. c. 73 pour 100 kilogrammes de houille, avec un pouvoir éclairant du gaz de 1 carcel-heure par 106 litres. Aussi la houille d'Héraclée est-elle employée par les usines à gaz de Stamboul, Kadi-Keui, Galatz, Bukarest, Odessa, Smyrne, Beyrouth, Port-Saïd, Alexandrie, Le Caire et Trieste. Elle fournit un bon coke métallurgique, avec un rendement de 70 p. 100 (chiffre également fourni par la société).

Régime des concessions. — Le bassin d'Héraclée appartient à la liste civile du sultan et la gestion en a été confiée au Ministère de la Marine.

Cette administration a accordé des concessions de deux natures différentes. Les plus nombreuses sont des permis d'exploitation portant sur une couche déterminée et donnant au titulaire le droit d'exploiter la houille dans un cercle de 455 mètres de rayon

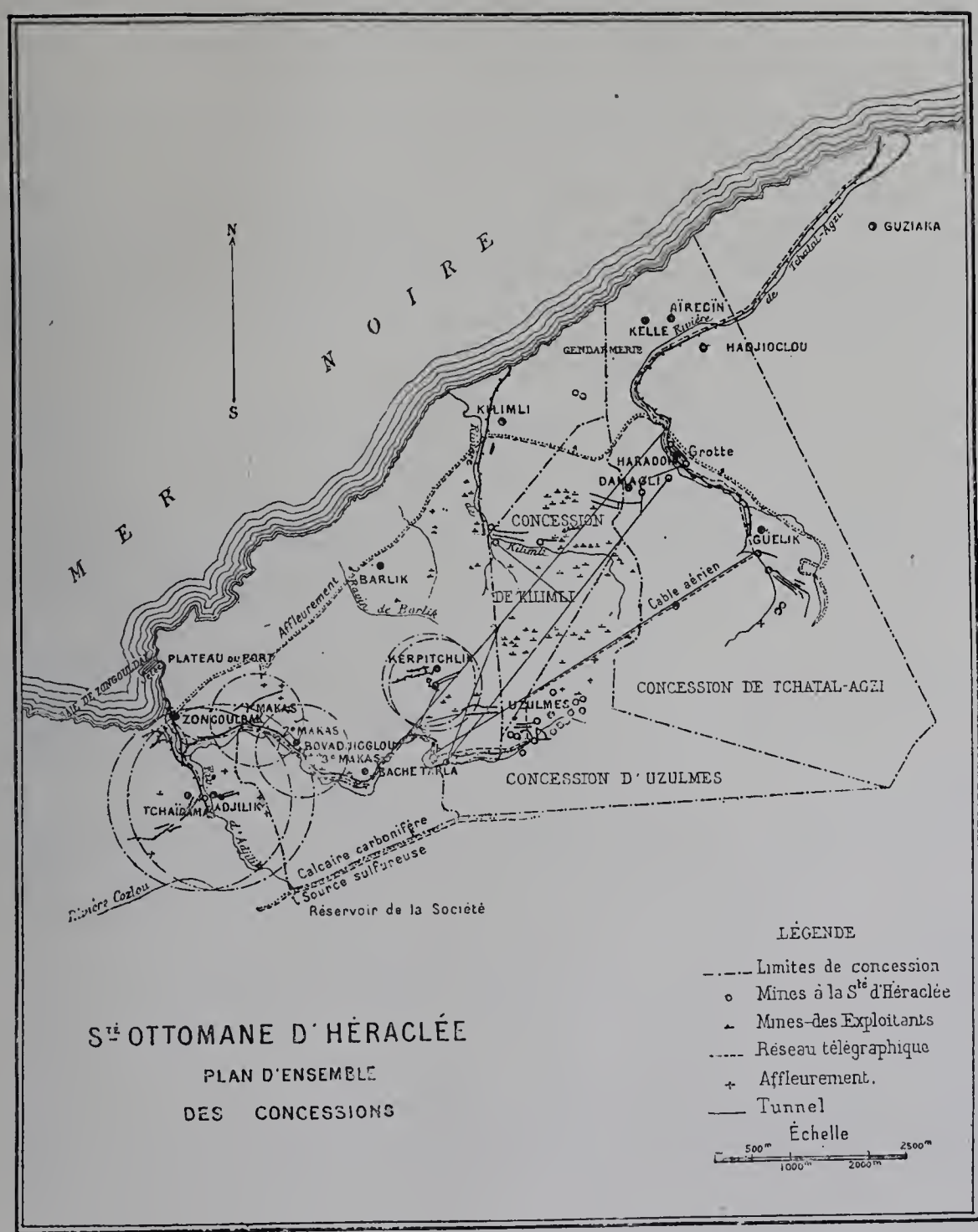


Fig. 114. — Plan d'ensemble des concessions de la Société ottomane d'Héraclée.

autour du point d'attaque; ce rayon est porté à 1,200 mètres quand l'exploitant emploie des moteurs à vapeur.

Les concessionnaires du bassin d'Héraclée, autres que la Société, ne possèdent encore

que des permis de cette nature, et la Société elle-même exploite sous ce régime certains points du gisement; mais la partie la plus importante de son domaine minier se compose de trois concessions limitrophes : Tchatal-Aghzy, Kilimli et Uzulmes. A l'intérieur de ce périmètre, la Compagnie a un droit exclusif sur toutes les couches en profondeur. Ses concessions s'étendent sur le trajet du faisceau houiller moyen; l'allure générale du gisement est régulière; il a la forme d'un dôme allongé suivant la direction E.-O., dont l'axe correspond à peu près à la ligne de faîte du massif montagneux. Sur le versant nord, les couches ont une inclinaison de 25 à 30 degrés; au sud, de 10 à 15 degrés. Au nord, le gisement est recouvert par des calcaires crétacés; au sud, il est limité par des calcaires carbonifères stériles. Sa longueur moyenne est de 8 kilomètres; son étendue en direction est encore inconnue. Pour le moment, la Société évalue à 200 hectares la superficie du gisement productif et l'épaisseur totale du charbon exploitable à 43 mètres.

Moyens de transport. — Les communications sont difficiles et la côte inhospitalière; le seul abri naturel est la rade d'Héraclée, qui ne pourrait être réunie aux mines par chemin de fer sans des dépenses considérables; c'est pourquoi on a créé le port de Zongouldak. La Société a été substituée au concessionnaire du port par un firman lui donnant le droit de percevoir une taxe de 1 fr. 15 par tonne embarquée dans ce port et de 53 centimes par tonne aux autres embarcadères du bassin.

Les ouvrages maritimes comprennent une jetée brise-lames de 300 mètres de longueur avec deux môles de chargement. Le corps de la jetée, en blocs artificiels et maçonnerie, a 12 mètres de largeur et il est protégé du côté du large par un revêtement également en blocs artificiels s'élevant jusqu'à 5 m. 75 au-dessus du niveau de la mer et descendant par un talus de 45 degrés à 9 mètres au-dessous. Les blocs supérieurs de ce revêtement pèsent 50 tonnes; les môles sont saillants de 10 m. 30 et offrent pour l'accostage une profondeur d'eau de 7 m. 70. Les travaux seront terminés en 1901. Actuellement, les navires peuvent accoster à une estacade abritée par la jetée.

La méthode de chargement mérite une mention spéciale : pour éviter de briser le charbon, on a rejeté les élévateurs-basculateurs à couloirs (coal-tips anglais). On emploie un système qui se rapproche de celui en usage dans certains docks nouveaux de Cardiff et de Penarth; il consiste à élever par une grue et à descendre au fond de la cale des steamers une caisse à ouverture automatique qui dépose doucement le charbon à la place qu'il occupera; mais on n'est pas obligé, comme à Cardiff, de basculer d'abord chaque wagon dans cette caisse spéciale; les wagons de la Société sont, en effet, formés d'un truc ordinaire supportant deux caisses amovibles, ce qui simplifie l'opération et diminue encore la production de menu.

Chemins de fer. — La Société d'Héraclée, concessionnaire du port, a été chargée par le Gouvernement ottoman de procéder pour son compte à la réfection des voies ferrées de Tchatal-Aghzy, Kilimli et Zongouldak, et de les relier entre elles. Les travaux sont

achevés depuis 1899. Le profil de la voie et son tracé ont été rectifiés; la voie, réduite à un mètre; le matériel fixe, presque entièrement remplacé. La longueur des lignes ainsi transformées est de 25 kilomètres.

La Société exploite le réseau pour le compte de l'Amirauté impériale, qui lui abandonne 60 p. 100 de la recette brute.

La jonction des vallées de Kilimli et de Tchatal-Aghzy à celle de Zongouldak et au port se fera par un tunnel de 4,700 mètres, sur lequel se branchera un autre tunnel perpendiculaire de 1,300 mètres. Le premier recoupera dans son trajet le faisceau des plus belles couches du bassin, affleurant jusqu'à la cote 500; une de ces couches a déjà été rencontrée, avec une puissance de 4 mètres.

Les travaux des tunnels n'avancent qu'assez lentement à cause de l'emploi de la poudre noire, seul explosif autorisé par la Porte. Aussi va-t-on assurer le transport immédiat du charbon de Tchatal-Aghzy, celui dont la production est la plus importante, par une voie aérienne; cette ligne, de 5 kilomètres de longueur, sera formée de trois tronçons (le dernier, automoteur) et présentera entre le point culminant et la station terminus une différence de niveau de 487 mètres.

Deux autres lignes aériennes automotrices, mais moins importantes, fonctionnent déjà régulièrement entre le chemin de fer et les mines Kerpitchlik et Dam-Aghly.

L'exploitation se fait au-dessus du niveau des vallées, par des travers-bancs à flanc de coteau. Voici la production depuis le début :

	tonnes.		tonnes.
1897	40,360	1899	160,000
1898	122,739	1900 (avec 1,500 ouvriers)	255,000

La mine possède un lavoir central établi sur la plage, près du port, et comportant 4 bacs à grains pour les qualités 10-18, 18-30, 30-50 et 12 bacs à fines pour le 0-10; on peut y traiter 1,000 tonnes par jour. Les grains lavés sont mélangés au gros charbon trié, ou bien expédiés directement aux forges et usines à gaz.

La qualité 0-10 est vendue comme charbon à coke ou transformée à Zongouldak même en coke. Les fours sont du type Coppée, sans récupération de sous-produits, et, par an, produisent 36,000 tonnes de coke avec un rendement de 70 p. 100. A l'extrémité de chaque groupe de fours se trouvent 4 chaudières Cornwall-Galloway de 104 mètres carrés de surface de chauffe, utilisant les flammes perdues des fours et produisant la vapeur nécessaire aux machines du lavoir et de l'usine à briquettes. Celle-ci comprend 2 presses Biétrix, du système Couffinhal, et 2 fours à sole tournante, pour le séchage du charbon.

La puissance de production de cette usine serait de 300 tonnes par jour, d'après les renseignements fournis par la Société.

Installations diverses. — La Compagnie a construit 60 maisons d'habitations ouvrières et un hôpital; elle a établi une conduite d'eau de source desservant en même

temps le village turc; enfin, elle a mis en marche un atelier mécanique de réparations, un four à briques et un four à chaux.

Marché de la houille en Orient. — Les divers pays d'Orient tributaires du bassin d'Héraclée sont les Turquies d'Europe et d'Asie, la Roumanie, la Bulgarie, la Grèce, la Syrie et l'Égypte, dont l'ensemble consomme annuellement plus de 3 millions de tonnes de houille.

Les services commerciaux de la Société sont concentrés à Constantinople et chargés d'assurer, non seulement la vente, mais aussi le transport par mer des produits. La Société a acquis, à cet effet, un vapeur et en loue une dizaine avec leur équipage; pour les bords de la mer Noire, elle emploie des voiliers et des allèges remorquées.

A Zongouldak, les vapeurs qui naviguent en mer Noire commencent à acheter à la Société leurs charbons de soutes.

On espère que les riches mines métalliques, actuellement encore inexploitées, des Turquies d'Europe et surtout d'Asie, assureront, dans peu d'années, un débouché important aux houilles d'Héraclée. Cette Société française aura ainsi ouvert la voie à la création et au développement de l'industrie minière dans les pays ottomans.

IV. SOCIÉTÉ ANONYME DES MINES DE SÉLÉNITZA, ALBANIE
(TURQUIE D'EUROPE.)

Elle a été constituée en 1891, pour exploiter les mines de bitume de Sélénitza, qui dépendent de la liste civile du sultan. La concession, d'environ 660 hectares, se trouve en Albanie, à 16 kilomètres au nord-est d'Avlona, petit port de la côte de l'Adriatique en face de Brindisi. Le terrain où se trouvent les gisements de bitume appartient au miocène supérieur.

Les bitumes exploités sont solides ou liquides :

1° *Bitume liquide.* — Pâteux en hiver, franchement fluide en été, d'un beau noir brillant, un peu plus dense que l'eau, il se compose de 96.40 p. 100 de bitume soluble dans le sulfure de carbone, 1.90 p. 100 de matières insolubles, 1 p. 100 de produits charbonneux et 0.70 p. 100 de matières diverses non dosées.

Ce bitume coule, en même temps que des eaux thermales, de certaines sources naturelles situées sur les berges et dans le lit même du fleuve Voioussa; mais toutes les sources se trouvent concentrées dans une zone de 300 à 400 mètres. Le principal point d'émergence a l'aspect d'une vasque de 2 mètres de diamètre, d'où s'échappe une eau à 32 degrés. Au fond, se dégagent des bulles de gaz dont chacune apporte avec elle un peu de bitume liquide, qui se dépose au fond de la vasque. La production est très limitée et très irrégulière; elle est soumise à toutes les variations de régime du fleuve.

2° *Bitume solide.* — On exploite diverses sortes de bitume solide, différant sensiblement entre elles.

I. *Niveau inférieur :* un seul type, nommé bitume *Romsi*, du nom de la localité où il se trouve; il est d'un beau noir très brillant et presque chimiquement pur (98 p. 100 de bitume soluble dans le sulfure de carbone; eau, 1.40 p. 100; produits charbonneux, 0.20 p. 100 et matières non dosées, 0.40 p. 100).

Ce bitume s'emploie spécialement pour la fabrication des vernis; on le trouve en petits filons plus profonds qu'étendus, d'une puissance très variable (quelques centimètres à plus de 1 mètre); ils se terminent brusquement en profondeur et, en même temps qu'ils disparaissent, la roche encaissante n'offre plus d'imprégnations bitumineuses.

II. *Niveau moyen :* c'est à ce niveau que se trouvent les plus grandes quantités de bitume, sous forme d'amas irréguliers, tantôt isolés, tantôt réunis en groupes par de minces filets. Dans chacun des amas, on rencontre : 1° du bitume noir, brillant, demi-brillant ou mat (types *Ressoulé, Ottimo* et *ordinaire*); 2° du bitume (altéré par l'air) friable et pauvre en produits volatils; 3° du bitume rougeâtre, coloré par de l'argile disséminée dans la masse; 4° de l'argile bitumineuse, dite terre bitumineuse; 5° de l'argile très chargée de bitume d'imprégnation (15 à 25 p. 100), formant une sorte d'asphalte, au grain compact, très fin, homogène, où le calcaire serait remplacé par l'argile.

III. *Niveau supérieur :* on n'y trouve le bitume qu'en petits amas, au milieu de grès et de sables, ou encore cimentant les galets d'un poudingue.

Exploitation. — Le bitume liquide est recueilli dans des vasques, puis envoyé à des bassins de décantation; on le met ensuite en fûts.

Le bitume Romsi, déposé en filons presque verticaux, est abattu au fleuret et à la poudre ou bien par de petites perforatrices à main.

Le bitume en amas du niveau moyen est exploité par puits et galeries; on remblaie grossièrement avec les débris des travaux de recherches. Sur le carreau de la mine, on procède à un triage pour séparer les gros morceaux qui, seuls, sont vendus. Les menus, ainsi que le bitume rouge, sont envoyés au traitement par fusion, qui s'opère dans des chaudières hémisphériques en fer ou en fonte, avec les terres bitumineuses comme combustible. Sous l'action de la chaleur, le bitume perd d'abord son eau; par un énergique brassage, il est amené peu à peu à la fluidité parfaite; on interrompt alors le brassage pour permettre aux impuretés, qui sont plus denses, de tomber au fond de la chaudière; on décante et on coule en pains cylindriques. Complètement déshydraté, le bitume est d'un beau noir, surtout s'il ne renferme plus que des traces de substances étrangères.

Transports. — Des magasins de la Compagnie au port d'Avlona, on doit faire les transports à dos de mulets, par suite du manque de routes et de ponts. De là, le bitume est emmené soit en vrac, soit en sacs, soit en caisses, par voiliers ou par vapeurs, aux différents ports d'Europe.

Usages. — Le bitume Romsi est utilisé pour la fabrication des vernis. Le bitume liquide sert à la confection des isolants pour câbles électriques ou piles, du caoutchouc artificiel, etc. Le bitume ordinaire est employé surtout dans le mastic d'asphalte. Le bitume de Sélénitza est un peu utilisé par la voirie de Paris.

Production. — De quelques centaines de tonnes seulement, en 1891, elle s'est élevée progressivement et dépasse aujourd'hui 6,000 tonnes, dont 2,000 sont coulées en pains, après raffinage.

LES ARDOISIÈRES À L'EXPOSITION DE 1900.

L'industrie ardoisière est représentée à l'Exposition universelle de 1900 par 16 exposants : 11 appartiennent à la France, 2 à la Belgique, 2 au Portugal, 1 à la Suisse.

Les autres pays n'ont exposé que des échantillons faisant partie de collections géologiques.

Dans les expositions universelles précédentes, les ardoisières figuraient dans la Classe du génie civil, où elles montraient surtout leurs produits bruts et manufacturés.

A l'Exposition de 1900, elles ont été classées dans le groupe des mines, minières et carrières, ce qui leur a permis de mettre particulièrement en évidence les méthodes employées pour leur exploitation.

FRANCE.

La France est un des pays les plus riches en schiste ardoisier, et, bien que son exposition ne soit pas absolument complète, elle permet d'apprécier l'état de cette industrie dans notre pays.

1° **Société de la Commission des ardoisières d'Angers, Larivière et Cie.** — La Société de la Commission des ardoisières d'Angers exposait dans un pavillon d'un style architectural très remarquable, construit par elle au pied de la Tour Eiffel, près l'entrée du palais des mines et de la métallurgie, l'ensemble de ses produits : ardoises pour couvertures, dalles de toutes dimensions et leurs multiples applications; câbles métalliques, crochets pour toitures, roue artificielle.

Un grand nombre de graphiques et de dessins mettaient en évidence les améliorations et les perfectionnements réalisées par elle depuis son origine, et plus particulièrement depuis la dernière exposition universelle de 1889.

Signalons tout d'abord la transformation survenue en 1891 dans la forme de cette Société.

Depuis le 1er janvier 1827, la Commission des ardoisières d'Angers était formée par la réunion en syndicat de la majeure partie des ardoisières situées dans les trois communes limitrophes d'Angers, Saint-Barthélemy, Trélazé.

Le 16 janvier 1891, ce syndicat s'est transformé en une société en nom collectif « La Société de la Commission des ardoisières d'Angers » sous la raison sociale Larivière et Cie, réalisant ainsi un progrès qui place cette grande industrie d'Angers dans une condition de prospérité tout à fait exceptionnelle.

L'évolution des méthodes d'exploitation était représentée par une série de tableaux et de gravures faisant ressortir les procédés en usage depuis le XVIe siècle : — l'exploi-

tation à ciel ouvert avant et après l'invention de la machine à vapeur; — l'exploitation souterraine par gradins droits, organisée par l'éminent ingénieur des mines Le Chatelier et appliquée par la Société dès 1832; — l'exploitation souterraine par gradins renversés en remontant, signalée dès 1863 par M. Aimé Blavier, ancien ingénieur des mines à la résidence d'Angers, et depuis président du Conseil d'administration de la Société, appliquée par lui-même en 1876 aux puits n°s 12 et 13 de l'ardoisière des Fresnais, en 1878 au puits n° 3 des Grands Carreaux et, depuis cette époque, dans la majeure partie des exploitations.

La Société Larivière et Cie exposait aussi les perfectionnements réalisés dans son outillage mécanique, notamment dans les applications de l'électricité, soit à l'éclairage, dont les premiers essais remontent à 1864 et l'emploi définitif à 1879, soit à la transmission de la force, qu'elle a expérimentée dès 1883 pour la commande d'une machine à haver et adoptée définitivement depuis pour actionner ses treuils, pompes et perforatrices électriques.

Grâce à ces perfectionnements, et à ceux qu'elle a réalisés dans l'utilisation et la fabrication des ardoises, la production de la Société depuis 1889 a sensiblement doublé : elle dépasse actuellement 300 millions d'ardoises par an, dont une grande partie est livrée à l'exportation.

Cette année même, dans le but de donner plus d'importance à cette branche de son commerce, la Société vient de créer une flotte spécialement aménagée pour le transport de ses produits.

Parallèlement à la fabrication des ardoises de couvertures, M. Charles Larivière avait fondé, dès 1851, un atelier pour la fabrication des dalles d'ardoise avec succursale à Paris et une usine pour la fabrication des câbles métalliques dans le but de mettre les ouvriers des ardoisières à l'abri de toutes chances de ruptures des câbles employés pour l'extraction.

Ces branches spéciales de l'industrie de la Société ont pris une importance considérable sous l'énergique impulsion de ses fils, MM. Gustave Larivière, le gérant actuel de la Société, et Pierre Larivière, ingénieur civil des mines.

Les applications des dalles d'ardoise à l'état naturel, peinte ou émaillée, combinées dans certains cas avec l'emploi rationnel du fer, ont acquis dans l'hygiène, l'industrie et le bâtiment, une réputation toujours croissante.

Des expériences mettaient en évidence dans le pavillon d'exposition de la Société les qualités de résistance aux agents chimiques qui justifient ces applications, et de nombreux spécimens en nature complétés par des dessins montraient les soins apportés aux produits de la fabrication.

L'usine pour la fabrication des câbles a pris un développement considérable; dès 1878 elle obtenait à l'Exposition universelle une médaille d'or. Depuis 1889, grâce à un outillage perfectionné, la production a plus que doublé. La Société compléta cette usine, en 1892 par la création d'un atelier pour la fabrication des fils en acier trempé et d'un laboratoire d'essais mécaniques. Elle produit actuellement non seulement des

câbles de mines, mais encore les câbles pour les marines nationale et du commerce, les câbles pour plans aériens, les funiculaires, les touages, les transmissions, les monte-charges, ascenseurs, etc.

La Société emploie sur l'ensemble de ses différents établissements 3,200 ouvriers ou employés; elle a donné un grand développement à ses institutions patronales, dont quelques-unes remontent à une date très ancienne; de nombreux graphiques et dessins en expliquaient le fonctionnement. Mentionnons notamment ses écoles primaires, cours d'adultes, chambres de dépenses, caisses de secours et de retraites, ses services médical et pharmaceutique gratuits, son dispensaire et ses logements ouvriers.

2° **Société ardoisière de l'Anjou.** — La Société ardoisière de l'Anjou a été créée, en 1894, par la réunion de quelques ardoisières ayant fait partie du syndicat dit «Commission des ardoisières de Renazé».

Elle a en activité les trois exploitations suivantes :

Ardoisières de la Grand'Maison, à Trélazé, près Angers (Maine-et-Loire);

Ardoisières de Misengrain, à Noyant-la-Gravoyère (Maine-et-Loire);

Ardoisières de Renazé, à Renazé (Mayenne).

Elle possède également des terrains ardoisiers au Grand-Auverné (Loire-Inférieure) et à La Brémaudière (commune de Trélazé), où de nouveaux centres d'extraction doivent être créés dans l'avenir.

Elle est propriétaire en tout de 286 hect. 50 de terrains ardoisiers.

La Société occupe actuellement 1,760 ouvriers et 65 employés.

Elle a 8 puits en activité et 2 en fonçage; la profondeur de ces puits atteint jusqu'à 300 mètres. La force motrice nécessaire à l'exploitation est produite par 23 machines à vapeur représentant un total de 1,200 HP. Une partie de cette force motrice est employée à produire l'électricité nécessaire pour l'éclairage et pour un assez grand nombre d'appareils tels que pompes, ventilateurs et treuils électriques.

Ces derniers, au nombre de 42, sont mus par des moteurs Boucherot, type α, à courant triphasé, qui semblent jusqu'ici avoir donné toute satisfaction : le démarrage se fait rapidement et sûrement, même en pleine charge. Le treuil lui-même a été conçu et exécuté dans les ateliers de la Société en vue de répondre aux exigences de l'exploitation ardoisière. Il a remplacé tous les anciens treuils à main existant au fond.

L'abatage se fait avec la bosseyeuse Dubois-François et des perforatrices Eclipse-Burton mues par l'air comprimé.

Sa production s'élève actuellement à 150 millions d'ardoises par an, ou 50,000 tonnes, dont 1/6 est livré à l'exportation.

La Société présentait, en dehors de quelques applications de ses produits, des dessins et modèles ayant pour but de démontrer sa méthode d'exploitation.

Cette méthode, des plus intéressantes au point de vue de la sécurité de l'exploitation ainsi que de sa continuité, consiste dans l'application du système en remontant par grandes tailles horizontales en travers et par remblais complets.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La méthode employée par la Société est actuellement la forme la plus complète du système dit *en remontant,* connu depuis quelques années. Nous décrirons en détail cette méthode dans la 3e partie.

3° **Société des ardoisières de la Renaissance d'Angers.** — Cette Société s'est constituée, il y a environ quatre ans, au capital de 1,600,000 francs, pour reprendre une ancienne exploitation abandonnée sur la commune d'Avrillé, près Angers.

Depuis sa fondation, elle a poursuivi des travaux de recherches et le fonçage d'un puits d'extraction destiné à atteindre le schiste à grande profondeur.

Ce puits est divisé en cinq compartiments : deux d'entre eux sont réservés à l'extraction, un troisième au train d'échelles, à la ventilation, à l'épuisement et aux conduits d'électricité, enfin les deux derniers sont destinés au transport des ouvriers et à la descente des berlines de remblais.

Le puits est desservi par deux machines conjuguées, l'une de 200 chevaux, pour l'extraction ; l'autre de 80 chevaux, pour le remblayage.

Ces machines sont munies de servo-moteurs, évite-molettes, freins à vapeur; une usine électrogène, placée à proximité, actionne les pompes, les treuils et les perforatrices; l'exploitation se fait en remontant, en attaquant le gîte dans plusieurs chambres desservies par le seul puits d'extraction.

La Société expose la coupe de ce puits sur 200 mètres de profondeur, les plans de ses machines et de son outillage, quelques échantillons d'ardoises de couvertures et de dalles ouvrées sous forme de guéridon et menus objets.

4° **Société des ardoisières de La Gautrie et de La Repénelaie réunies à Renazé.** — Constituée au capital de 1,500,000 francs, cette Société a ses exploitations situées aux environs de Renazé, dans le département de la Mayenne. A La Gautrie, l'exploitation des deux veines se fait par chambre souterraine en descendant; à La Repénelaie, on extrait en carrière à ciel ouvert.

Cette société exposait un spécimen sur châssis d'une couverture à crochets, des fendis destinés à montrer la fissilité de son schiste, des ardoises de ses divers modèles, une vue de ses chantiers souterrains et, à l'annexe de l'avenue de Suffren, un bloc d'ardoise brut de grandes dimensions.

5° **Compagnie ardoisière de l'Ouest.** — Constituée en mars 1899, au capital de 1,000,000 de francs, cette compagnie exploite les terrains de l'ancienne Société des Ardoisières de la Rivière, aux environs de Renazé (Mayenne), dans une carrière à ciel ouvert et prépare en même temps un puits destiné à attaquer le gîte en remontant. Elle exposait, dans un kiosque construit par elle à l'annexe de la Classe 63, près l'avenue de Suffren, un bloc de schiste et des dalles brutes de grandes dimensions, ainsi qu'une table polie supportant des répartons, des fendis et les divers modèles d'ardoises de sa fabrication.

6° **Rochefort-en-Terre.** — Les ardoisières de Rochefort-en-Terre exploitent sur le territoire du Morbihan, à Guenfol, dans la commune de Malansac, un gisement de terrains ardoisiers enclavé dans les granits de Bretagne.

Ce gisement comporte deux veines distantes d'environ 200 mètres, jalonnées par d'anciennes exploitations. La veine du sud est seule exploitée actuellement par la Société, dans deux carrières à ciel ouvert, à Guenfol même et à l'Union, la multiplicité des délits ne permettant pas l'application de la méthode par grandes chambres souterraines. Le plan général et la coupe exposés indiquaient que, pour augmenter la production, on a adjoint à des carrières des galeries latérales séparées par des piliers de soutènement. A Guenfol, il existe ainsi quatre excavations; et à l'Union, en plus du découvert principal, la Société a ouvert une galerie latérale de 12 mètres sur 35 mètres à l'ouest, à l'exploitation de laquelle va bientôt succéder, à l'est, une deuxième galerie analogue.

La production annuelle atteint environ 1,200,000 ardoises; la Société exposait ses divers modèles, dont elle fait valoir la résistance et l'élasticité, une machine à tailler l'ardoise découpée ainsi qu'une table et une étagère en schiste poli.

7° **M. Toullancoat, à Motreff (Finistère).** — M. Toullancoat extrait depuis 1891 à Motreff, près Carhaix, dans le département du Finistère, de l'ardoise bleue dont il présentait des produits bruts et manufacturés de petites dimensions.

8° **Compagnie anonyme des Ardoisières réunies de Rimogne et Saint-Louis-sur-Meuse.** — L'industrie ardoisière des Ardennes était représentée à l'Exposition de 1900 par deux Sociétés seulement, dont l'une exploite le gisement de Rimogne, l'autre celui de Fumay.

La Compagnie anonyme des Ardoisières réunies de Rimogne et Saint-Louis-sur-Meuse dispose de 400 hectares de terrain et exploite six ardoisières souterraines de 200 à 600 mètres de profondeur, donnant une production annuelle de 80 millions d'ardoises.

Des plans et coupes faisaient ressortir les perfectionnements réalisés dans les méthodes d'exploitation. Autrefois l'exploitation de la veine ardoisière (inclinée de 40 à 45 degrés sur l'horizontale et puissante d'environ 12 à 60 mètres) se faisait par massifs carrés de 15 mètres de côté environ, dits «ouvrages», séparés par des piliers carrés de 10 à 12 mètres de côté pour le soutènement du toit et assez irrégulièrement placés.

Ces piliers et ouvrages présentaient grossièrement la disposition des cases d'un damier.

Actuellement l'exploitation se pratique d'une manière méthodique par chambres souterraines, constituant des ouvrages longitudinaux dans lesquels on dépouille toute l'épaisseur de la veine, et séparées par des piliers réguliers normaux au toit et au mur.

Les ouvriers ne sont plus obligés, comme ils l'étaient autrefois, d'amener les blocs à

l'accrochage du puits d'extraction en remontant par des échelles; le débitage des blocs à la dimension convenable se fait sur place et le transport s'effectue au moyen de plans inclinés desservant le puits d'extraction Ce puits, exécuté en réduction dans l'exposition de la Société, est divisé en deux compartiments, dont l'un, muni d'un guidage et de ponts à bascules aux divers étages, sert à l'extraction, l'autre étant réservé à l'installation des échelles et au service d'épuisement.

La Société présentait aussi des réductions des machines construites par elle pour tailler à l'emporte-pièce ses divers modèles, des produits bruts et manufacturés montrant la teinte quelquefois gris bleuâtre, mais généralement vert grenu de ces produits, et leurs applications, soit sous forme d'ardoises de couverture, soit sous forme d'objets sciés, rabotés, tournés et sculptés.

9° **Société anonyme des Ardoisières de Belle-Montagne.** — La Société n'est constituée que depuis 1894.

Elle dispose de 54 hectares de terrain sur le haut plateau à l'est de Fumay, renfermant la veine rose, dite veine de Sainte-Anne, et la veine bleue ou veine de la Renaissance. Ces deux couches sont distantes d'environ 170 mètres. En raison de sa faible puissance, de l'inclinaison très peu prononcée sur l'horizontale, le gîte ne peut être dépouillé qu'en laissant des piliers pour soutenir le toit.

L'exploitation se pratique par galeries souterraines en plan incliné à 35 degrés et de bas en haut. La Société occupe 150 ouvriers produisant annuellement 4,000,000 d'ardoises, dont elle présentait des échantillons dans un kiosque construit par elle. Des travaux d'aménagement sont exécutés en ce moment sur les deux veines pour permettre de développer la production.

10° **La Bassère.** — Les différentes ardoisières situées à Bagnères-de-Bigorre sur le gisement pyrénéen se sont réunies depuis le 1er janvier 1894 pour fonder le Comité de vente des ardoises de La Bassère, dénomination sous laquelle elles exposaient leurs produits.

Les carrières sont ouvertes à des altitudes variant de 600 à 900 mètres sur des couches de schistes d'une puissance de 4 à 15 mètres.

Les divers bancs, séparés par des couches de calcaire, forment une bande orientée à peu près parallèlement à la chaîne des Pyrénées et présentent un pendage variable, suivant les points, de 45 degrés vers le nord à 65 degrés vers le sud. Quelle que soit l'inclinaison des veines, le plan de fissilité reste sensiblement vertical et fait, avec la direction est-ouest, un angle de 10 degrés. Deux méthodes sont en usage pour l'exploitation. La plus ancienne est celle à ciel ouvert par gradins droits d'environ 4 mètres de hauteur.

En 1895, M. Fieuzet, ingénieur, directeur du Comité des ventes de La Bassère, essaya avec succès de remplacer le travail de havage, qu'on pratiquait à grand'peine à l'aide du pic dans le pied des bancs sur une profondeur maximum de 25 centimètres,

par une coupe pratiquée avec le fil hélicoïdal dont l'emploi est général pour le débitage des marbres en carrières[1].

On commença par pratiquer à l'aide du fil des tranchées perpendiculaires à la direction des veines et sur toute leur épaisseur, distantes entre elles de 25 mètres environ.

Ces tranchées servirent à loger les chariots supportant les poulies de renvoi du fil avec lequel on put scier horizontalement le pied du gradin sur toute l'épaisseur de la veine.

Les résultats obtenus étant satisfaisants, M. Fieuzet fit un essai dans un chantier souterrain en pratiquant deux traits de sciage, entre lesquels on abattit le rocher et l'on fit le remblayage. C'est à la suite de ces essais que les exploitants adoptèrent une deuxième méthode, consistant à dépouiller le gîte par des exploitations souterraines en remontant et en pratiquant les coupes à l'aide du fil hélicoïdal. L'étage actuellement en exploitation suivant ce dernier procédé a 40 mètres de hauteur. Les galeries de roulage débouchent à flanc de coteau et les communications de ces galeries entre elles sont pratiquées au toit de la veine.

Les exploitations occupent actuellement 375 ouvriers produisant annuellement 10 à 11 millions d'ardoises, dont une forte proportion en modèles anglais. La production des dalles travaillées varie de 80 à 100 tonnes.

La Société présentait quelques applications de ses divers modèles soit à la couverture ordinaire à crochets, soit à la couverture économique à l'aide des modèles carrés qui sont maintenant d'ailleurs fabriqués d'une manière courante sur tous les centres ardoisiers. Un dessus de table en ardoise polie montrait la qualité de la pierre ouvrée, d'une couleur bleu foncé parsemée de quelques mouches pyriteuses.

11° **M. J. Castaing.** — M. J. Castaing exploite à Bagnères-de-Luchon une ardoisière donnant des produits plus satisfaisants de qualité que d'aspect, employés pour la consommation locale.

12° **M. J. Aldebert.** — M. Jean Aldebert, demeurant à Laubeng, canton d'Espalion, exploite pour les usages locaux sur la commune du Cayrol une ardoisière dont il présentait quelques échantillons.

BELGIQUE.

L'industrie ardoisière belge était représentée par 2 sociétés :

1° **MM. A. et L. Pierlat** qui exploitent de père en fils, depuis le commencement du siècle, les anciennes carrières d'Herbeumont.

Depuis 1830 ces exploitations ont pris de l'extension; elles occupent 200 ouvriers et la valeur de leur fabrication atteint annuellement 300,000 francs en moyenne.

[1] Nous parlerons de ce procédé dans la troisième partie.

MM. Pierlat ont développé l'emploi des machines dans l'industrie ardoisière de cette région; leurs produits sont de bonne qualité et ils les exposaient sur les toitures du pavillon de l'Agriculture de la section belge aux Invalides.

2° **Société anonyme des Ardoisières du Trou-du-Diable.** — Cette Société a son siège à Orignies, sur la frontière française.

Elle occupe 300 ouvriers et produit annuellement 12,000,000 d'ardoises couleur lie de vin, admises en Belgique par les Ministères de la guerre et des travaux publics pour la couverture des édifices ressortissant à ces administrations.

Elle exposait ses produits sur une partie de la toiture du pavillon de l'Agriculture de la section belge aux Invalides.

PORTUGAL.

Compagnie des carrières d'ardoises et de marbre de Vallongo. — Le Portugal renferme un important gisement de schiste ardoisier, qu'exploite la Compagnie des carrières d'ardoise et de marbre de Vallongo, constituée en 1862 et fusionnée avec la Société «Empresa Louzifera do Norte de Portugal» dont la création est beaucoup plus récente. Leurs exploitations réunies occupent de 450 à 500 ouvriers, produisant annuellement 12,000 tonnes de schiste; elles servent à la fabrication de dalles de toutes dimensions qui s'exportent en Espagne et en Grande-Bretagne, Allemagne, Hollande et Danemark.

L'exploitation se pratique souterrainement sur le flanc de la montagne. Des plans inclinés desservent les mines et descendent leurs produits dans la vallée où sont situés les ateliers de sciage, rabotage et finissage. La Société exposait des dalles de grandes dimensions, rabotées et ouvrées sous forme de tables de billard, de réservoirs, et différentes pièces en ardoise naturelle ou vernissée.

MM. Sautos et Irmao de Porto exploitent également à Vallongo et présentaient des dalles de schiste rabotées et des éviers refouillés dans la masse. Cette Société est de fondation plus récente que la précédente, elle fait peu d'exportation et fournit la consommation locale.

SUISSE.

Dans la section suisse, une seule Société a exposé des ardoises : la maison **Kambly-Mosev** et Cie, de Frutigen (Berne). Sa fabrication consiste presque uniquement en ardoises pour écrire, nues et encadrées, dont elle livre la majeure partie à l'exportation.

Dans les autres sections étrangères, les ardoises n'étaient représentées que par des échantillons figurant dans les collections géologiques des pays.

Le service des mines du grand-duché de Luxembourg indique dans sa statistique pour la période allant de 1894 à 1900 une fabrication moyenne de 20 millions d'ardoises. La Belgique en produit 35 millions.

Il est regrettable que l'industrie ardoisière si importante de la Grande-Bretagne ne se soit fait représenter que par quelques échantillons d'ardoises des carrières de Oakley, dans le Merionethshire (pays de Galles), et de la Buttermere Green Slate C°, du Keswick (Cumberland).

Dans la section des Indes anglaises on remarquait quelques ardoises brutes et assez épaisses portant l'étiquette Rewari et quelques tablettes brutes et polies exposées par MM. Ambler et Cie, de Jamalpur (Bengale), et par la Société the Kangra Valley Slate C°.

M. Fuller, agent à Boston de l'Institut de technologie de Massachussets, présentait une collection d'ardoises de diverses provenances des États-Unis.

Quelques ardoises, modèles anglais, de la New-Rockland Slate C°, de Melbourne, province de Québec, représentaient seules les ardoisières du Canada.

Enfin le Mexique et le Pérou n'exposaient que des échantillons insuffisants pour retenir l'attention.

LES CARRIÈRES À L'EXPOSITION DE 1900.

Le Jury de la Classe 63 avait chargé de l'examen détaillé de l'exposition des carrières une commission comprenant ceux de ses membres que leurs connaissances spéciales désignaient à cet effet.

Cette Commission était composée de : MM. Bergeron (Jules); Bordeaux-Montrieux (Georges); Cremer (Henri); Durant; Folliot (Albert); Girandier (Gaston), *secrétaire;* Lagout (René); Le Neve Forster (C.); Manoach (Isaac); Ouachée (Charles), *président;* Zelenkoff (Eugène).

C'est le résumé des travaux de cette commission dont il va être rendu compte en disposant les exposants par pays ; mais, par suite d'un malentendu regrettable, M. Girandier n'a su qu'il avait à rédiger ce rapport que longtemps après l'Exposition et il fut obligé de le remettre dans un très bref délai. Aussi se trouve-t-il obligé de solliciter beaucoup d'indulgence pour un travail exécuté dans des conditions si défavorables.

FRANCE.

MM. Dervillé et Cie, à Paris (France). — Maison universellement connue, à la tête de laquelle se trouve le distingué et sympathique Directeur général à qui l'on doit la belle organisation de la Section française.

Cette Compagnie possède les plus importantes exploitations de marbres de France, d'Italie et de Belgique et compte également des centres de production considérable en Eubée, en Algérie et en Tunisie. Ses carrières de Carrare notamment produisent ce beau marbre statuaire si renommé.

La maison Dervillé et Cie travaille elle-même les marbres sortis de ses carrières dans de nombreux ateliers, usines et scieries, dont l'outillage est maintenu toujours au courant des derniers perfectionnements.

Elle a fait une exposition digne de sa réputation, comprenant trois travées sous le portique latéral du Palais des Mines. On y admire la plus grande partie des marbres provenant de ses exploitations, en échantillons et revêtements habilement disposés.

Exploitation des marbres de l'Ouest, à Laval (Mayenne) [France]. *Société anonyme des carrières de l'Ouest.* — Société formée par la réunion des anciens établissements Landeau et Cie, de Sablé, Folliot et Chubilleau frères, de Laval; exploite surtout les marbres de la Sarthe et de la Mayenne : noir de Sablé, gris Louverné, bois Jourdan, brèche d'Argentré, rouge de Saint-Berthevin, rose Enjugeraud, dit *sarrancolin de l'Ouest.*

Possède des usines très bien installées à Laval, Solesmes et Guigné-sur-Sarthe.

A fait une importante exposition à l'annexe de la Classe 63, avenue de Suffren.

On y remarque notamment deux piles construites avec les différents marbres de la Compagnie présentés sous tous les aspects en usage dans cette industrie : brut, bouchardé, ciselé, égrisé, poli. Ces piles sont couronnées par deux grands blocs de marbre, l'un rosé, l'autre noir. En avant et sur les flancs, des blocs et dalles d'un très bel effet.

M. Girandier (Gaston), à Paris (France). — Ancienne maison commencée modestement à Bagneux, il y a plus d'un siècle, et qui s'est transmise de père en fils jusqu'à son propriétaire actuel, qui possède des carrières de pierres de taille dans les départements de l'Aisne, de l'Oise, de l'Yonne et de la Meuse.

Expose devant la façade du palais des Mines des motifs d'architecture exécutés avec les pierres provenant de ses diverses exploitations.

Société anonyme des carrières de l'Ouest. — Même maison que l'*Exploitation des marbres de l'Ouest*, citée ci-dessus.

Société générale meulière, à La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne) [France]. — Société anonyme constituée par la fusion des neuf maisons :

MM. Roger fils et Cie; Baudouin, Renaud et Lefèvre; P. Gilquin fils et Cie; Bois de la Barre; Ladeuil et Cie; Bertrand, Morel et fils; Alex. Fauqueux et Cie; Chevrier; Moulin.

Exploite la pierre meulière et fabrique des meules pour broyage sur une très grande échelle. Ses principaux centres d'exploitation sont : La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne); Épernon (Eure-et-Loir); Domme (Dordogne).

Occupe un nombreux personnel, fait un très gros chiffre d'affaires; possède une grande quantité de dépôts, tant en France qu'à l'étranger.

A fait une importante exposition qui comprend notamment : 12 belles meules cerclées et des échantillons des divers produits de ses carrières : blocs, panneaux, carreaux, vergnolles, fiches.

MM. Civet, Pommier et Cie, à Paris (France). — Société créée en 1853, par M. Félix Civet, dont l'intelligence et l'activité ont vite fait une maison de premier ordre, vendant presque toutes les pierres employées dans la construction. Après son décès, survenu en 1893, M. Félix Civet a été remplacé à la gérance de la société par son fils, M. Léon Civet.

Cette Compagnie expose dans le parc du Champ de Mars, auprès de l'entrée du palais du Costume et non loin du palais des Mines, un élégant pavillon, dont les socles sont en roches d'Euville, les piles et les colonnes de la façade en roche de Chauvigny, les chapiteaux, l'entablement et le motif central en roche douce de Lavoux; la façade postérieure en banc franc de Villiers-Adam; les marches et dallages, en liais de Corgoloin.

De chaque côté de l'entrée, on remarque des faisceaux composés avec les divers outils servant à l'extraction de la pierre; à l'intérieur du pavillon, on voit, dans une vitrine, des échantillons de toutes les pierres vendues par la Société; à gauche de cette

vitrine, un tableau indicateur des dépôts de Paris, de la province et de l'étranger; à droite, un autre tableau indiquant le groupement des carrières en centres d'exploitation :

Commercy (Meuse); Lérouville (Meuse); Savonnières-en-Perthuis (Meuse); Saint-Vaast-les-Mello (Oise); Méry-sur-Oise (Seine-et-Oise); Savigny-sur-Orge (Seine-et-Oise); Vierzy (Aisne); Ravières (Yonne); Vincelles (Yonne); Poitiers (Vienne); Sireuil (Charente).

MM. Fèvre et Cie, à Paris (France). — Cette Société, formée par MM. Renard et Fèvre pour l'exploitation des carrières et scierie de Chassignelle (Yonne), s'est développée rapidement et exploite maintenant, en dehors de la carrière de Chassignelles, les carrières renommées de la commune d'Euville (Meuse) et d'autres carrières dans les départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or. Elle débite ses pierres en dalles et tranches dans ses scieries de Chassignelles, de Roffey, Fulvey et Argenteuil (Yonne). Elle a fait deux belles expositions, l'une sur la façade du palais des Mines, l'autre à l'annexe de la Classe 63, avenue de Suffren. L'exposition du palais des Mines comprend un perron de six marches en liais de Corgoloin, conduisant à une loggia dans laquelle on admire un autel en pierre de Charentenay, finement travaillé; une table et des fonts baptismaux en Lignerolles; une autre table en Ancy-le-Franc bleu et une en Nuits poli; une balustrade en Comblanchien; une vitrine contenant divers objets tournés, des photographies des usines et ports de la Société.

A gauche de la loggia, deux grandes colonnes, l'une en Lignerolles, l'autre en Chassignelles avec socles en Villars; de grandes dalles en pierres dures de Méreuil, Massangy, Lignerolles, Comblanchien, Ancy-le-Franc, Tonnerre, Chassignelles, Grimault.

A droite de la loggia, une fontaine avec sa vasque en Euville marbrier, des balustres, colonnes, dalles et balcons en pierres diverses.

L'exposition de l'avenue de Suffren comprend :

1° La porte d'entrée de l'annexe, dont les socles sont en Euville, les chambranles en Palotte et les colonnes en Villars;

2° Treize grands blocs de pierre ébauchés comme à leur sortie de la carrière et dressés contre le côté gauche de l'annexe : le 1er en roche de Méreuil; le 2e en liais de Corgoloin; le 3e en roche des Abrots; le 4e en roche de Chassignelles; le 5e en banc royal de Méry; le 6e en roche de Ravières; le 7e en roche de Massangis; le 8e en liais de Grimault; le 9e en roche d'Euville marbrier; le 10e en liais de Lignerolles; le 11e en banc royal de Savonnières; le 12e en banc royal de Charentenay et le 13e en liais de Larrys des Brosses. Ces treize morceaux constituent la partie la plus intéressante de l'exposition de MM. Fèvre et Cie et, par la façon dont ils sont présentés, permettent aux hommes de l'art de bien se rendre compte de la nature des pierres exposées.

M. Biron (Georges), à l'Échaillon (Isère) [France]. — Propriétaire et exploitant des carrières de l'Échaillon (communes de Saint-Quentin et de la Rivière) [Isère].

A succédé à son père qui avait repris, en 1845, les carrières de l'Échaillon et avait

donné une grande impulsion à leur exploitation. Ces carrières produisent principalement trois natures de pierre, connues dans la construction sous le nom de : Échaillon blanc, Échaillon rose et Échaillon jaune.

A proximité des carrières, une importante scierie, des tours, polissoirs, rodoirs, machines à moulures, permettent de donner aux pierres toutes les façons désirables, M. Biron a fait devant le Palais des Mines une exposition digne de l'importance de sa maison; la vue y est frappée tout d'abord par une immense sphère en Échaillon rose, avec équateur en Échaillon blanc sur lequel se détache l'inscription de son nom : Georges Biron.

A droite et à gauche on remarque des balustrades avec balustres polis jaunes, blancs, roses, gris, rouges; un pilastre en Échaillon blanc égrisé, surmonté d'un beau vase en Échaillon rose; un fût de colonne en Échaillon gris, dont une moitié est cannelée et l'autre tournée. Le chapiteau qui surmonte ce fût est en Échaillon blanc, dont une moitié est sculptée et l'autre seulement épannelée, ciselée et bouchardée.

En somme, exposition remarquable et dans laquelle la pierre est habilement présentée de façon à ce qu'on puisse l'apprécier dans toutes ses formes.

MM. Bouton (L.) et Piketti (Ch.), à Paris (France). — Propriétaires exploitants de très grandes carrières de pierres meulières.

Exposent des échantillons des diverses natures de meulières sortant de leurs exploitations, en les disposant de façon à mettre en relief les différences qui existent entre chaque nature.

Exposent aussi un plan indiquant la situation de chacune des exploitations de la maison, ainsi que le tracé des chemins de fer construits par MM. Bouton et Piketti pour amener à la Marne les matériaux extraits de leurs carrières; à côté, un graphique montre la marche ascendante de la production de ces carrières.

Société nouvelle des Grandes Marbreries de Bagnères-de-Bigorre, à Bordeaux (Gironde) [France]. — Cette Société, qui exploite surtout des marbres des Pyrénées, a fait son exposition sous le portique latéral du Palais des Mines. L'œil y est frappé tout d'abord par une grande cheminée monumentale occupant la partie centrale; à droite et à gauche deux autres cheminées plus petites; au-dessus des revêtements de marbre par panneaux et, en avant, deux belles colonnes surmontées de vases; le tout très riche de tons et fort décoratif.

Ville de Paris, Direction administrative des services de la voie publique, des plantations d'alignement et de l'éclairage, des eaux et égouts, et des carrières sous Paris [France]. — Ce service expose :

Un modèle représentant une voie publique de Paris, sous-minée par une ancienne carrière, qui a été exploitée en deux étages superposés. Ce modèle montre les travaux de consolidation exécutés pour assurer la stabilité du sol.

Trois grandes cartes murales indiquant les Catacombes et les travaux de consolidation qui y ont été exécutés.

Un volume comprenant la nomenclature des voies publiques sous-minées, avec l'indication des travaux de consolidation et du niveau des carrières. Exposition qui fait honneur à ce Service, chargé d'assurer la sécurité du sol de la voie publique à Paris.

M. Yvon (Georges), à Angers (Maine-et-Loire) [France]. — Exploite une carrière importante de granit à Bécon près Angers.

Expose une grande vasque en granit bleu tourné, quatre grands blocs de granit, dont deux roses et deux noirs à parements bruts, taillés et polis, montrant ainsi la qualité de la roche avec toutes les façons usitées dans la pratique.

MM. Cochois et Harrault, à Paris [France]. — Exploitent diverses carrières de pierre dure dans les départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or et possèdent à Argentenay (Yonne) des usines dans lesquelles ils scient et façonnent les pierres.

Exposent à l'annexe de Suffren un pavillon auquel on accède par un perron de cinq marches en liais de Lézinnes et dans lequel on remarque des dalles moulurées et polies en liais de Tonnerre et de Comblanchien, des pierres d'évier, des vases en liais d'Angis, des socles en roches de Villars et de Nuits.

MM. Collet (Georges et Noel) frères, à Palaiseau (Seine-et-Oise) [France]. — Exposent un plan en relief de leur carrière de grès de Saint-Rémy-les-Chevreuse, à l'aide duquel on se rend parfaitement compte de l'allure du banc de grès et de son exploitation; divers échantillons des produits de cette carrière, pavés, bordures, sables et meulières.

Comité départemental de la Savoie, à Chambéry (Savoie) [France]. — Expose un plan en relief des Alpes de Savoie sur lequel chaque carrière en exploitation est indiquée par un drapeau numéroté, et, à côté de ce plan, les échantillons des produits de toutes ces carrières sont disposés sur une étagère avec l'indication des numéros correspondant aux drapeaux du plan.

M. Coutrot (Henry), à Neuilly-sur-Seine (Seine) [France]. — Depuis peu de temps dans l'industrie des carrières, M. Coutrot y a vite fait sa place. Il exploite des pierres dures susceptibles de poli dans ses carrières de Dôle (Jura) et de Rochefort (Yonne) et il a installé dans l'île de la Grande-Jatte, à Neuilly-sur-Seine, la seule usine à travailler mécaniquement la pierre qui existe aux environs de Paris.

Cette usine est pourvue de puissants moyens d'action et d'un outillage perfectionné qui permet de donner mécaniquement à la pierre toutes les façons et toutes les formes en usage dans le bâtiment. Il a fait sur le devant du Palais des Mines une belle exposition avec les produits de ses carrières, travaillés à son usine de Neuilly.

On y remarque notamment une balustrade en roche de Dôle, deux élégantes colonnes doriques, des vases, une grande vasque en roche de Dôle, dont partie rustiquée, partie égrisée et partie polie; de grandes dalles moulurées; des photographies des carrières de Dôle et de Rochefort, de l'usine de Neuilly et de celle de Saint-Vinnemer; des travaux exécutés par l'exposant au Grand et au Petit Palais.

M. Duplantier (Max), à Paris (France). — Représentant de la Société anonyme des Carrières de Bucey-les-Gy, qui exploite une carrière de pierre dure à Bucey-les-Gy (Haute-Saône).

Expose une stèle en pierre grise marbrée, deux marches en pierre dure grise, deux colonnettes en roche rosée polie et quatre échantillons cubiques : deux gris, un rosé et le quatrième jaunâtre.

M. Fromholt (Félix), à Saint-Ouen (Seine) [France]. — S'est fait une spécialité de la construction des machines à extraire et à travailler les roches au moyen d'outils diamantés.

Fait une intéressante exposition de ses appareils, dans laquelle on peut apprécier ses scies circulaires et alternatives diamantées.

M. Gauthier (Nicolas), à Molinges (Jura) [France]. — Exploitant de carrières de marbre dans le Jura.

Expose une décoration murale, composée avec les marbres provenant de ses carrières et permettant d'apprécier leur richesse de tons.

MM. Jacquier (Francis-Aimé) et Cie, à Caen (Calvados) [France]. — Maison qui exploite et taille les pierres et marbres du Calvados.

Fait une exposition originale qui met bien en valeur la pierre blanche de Quilly, ainsi que les marbres employés par la maison et dans laquelle on peut se rendre compte de la perfection des travaux exécutés par cette compagnie.

MM. Lechiche et Cie, à Auxerre (Yonne) [France]. — Maison fondée en 1836, s'occupe spécialement de l'exploitation des ocres de Bourgogne et exporte ses produits dans le monde entier.

Font, dans une vitrine, une exposition intéressante de tous les échantillons d'ocres de leur fabrication ainsi que de kaolin.

MM. Parquin, Gauchery et Zagorowski, à Auxerre (Yonne) [France]. — Font l'exploitation des ocres de Bourgogne et du noir minéral, dit noir de fer.

Montrent, dans une vitrine, de beaux échantillons d'ocres en pierre et en poudre, des vues de leurs exploitations et de leurs mines.

Société anonyme des granits porphyroïdes des Vosges, à Paris (France). — Société constituée en 1890, pour continuer l'exploitation des grandes carrières à pavés de MM. Anceau et Watelet.

Elle expose un bloc brut de granit porphyroïde des Vosges, surmonté d'une collection de pavés de diverses natures.

Société des blancs minéraux de la Marne, à Saint-Germain-la-Ville (Marne) [France]. — Propriétaire de carrières de craie dans la Marne, expose un bloc de craie blanche et du blanc sous les diverses formes en usage dans le commerce : pains, bâtons, blanc pour billards, blanc en poudre.

M. Antoine-Anciaux (Aug.), à Givet (Ardennes) [France]. — Exploite des carrières de marbre anthracifère aux Trois-Fontaines et à Notre-Dame-de-Halle, près Givet, dans les Ardennes, et en expose les produits sous forme de socles, en partie ciselés, en partie bouchardés, en partie polis; borne kilométrique, vase tourné, mortier de pharmacie, auge.

M. Besançon aîné (Les fils de), à Provenchères-sur-Meuse (Haute-Marne) [France]. — Propriétaires exploitant à Provenchères-sur-Meuse des carrières de grès à aiguiser, et d'autres carrières de grès dans les Vosges et la Haute-Saône. Ont succédé à leur père, Besançon aîné, qui lui-même avait succédé à son père.

Exposent des meules blanches en grès de bonne qualité.

Comité départemental de la Vendée, à La Roche-sur-Yon (Vendée) [France]. — Expose une intéressante collection de toutes les roches en exploitation dans le département.

M. Couten (A.), à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne) [France]. — Exploite une carrière de marbre aux environs de Luchon.

Expose deux blocs superposés d'onyx aragonite surmontés d'une belle coupe tournée, six fûts de colonnes et deux colonnes supportant des urnes.

MM. Diolot (Étienne) et Regnault (Abel), à Chalindrey (Haute-Marne) [France]. — Exploitent des carrières de grès dans la Haute-Marne, la Haute-Saône et les Vosges.

Exposent des pyramides de meules à aiguiser en grès blanc, gris et rose, et des échantillons prismatiques des diverses natures de grès extraits de leurs carrières.

MM. Gadot et Martin, à Lyon (Rhône) [France]. — Exploitent des carrières dans lesquelles se rencontrent des terres employées pour le bessemer dans le monde entier.

Exposent des terres et sables réfractaires, gris, rouges, jaunes et blancs de Proveyzieux (Isère).

Galinier (Les frères de Thomas), à Caunes-Minervois (Aude) [France]. — Exploitent des carrières de marbre à Caunes et présentent les produits de leurs exploitations sous forme de deux blocs de marbre à parements bruts, taillés et polis, l'un de griotte, l'autre de rouge antique. Sur ces deux blocs, douze échantillons cubiques de différentes teintes.

M. Loret (Charles), à Ravières (Yonne) [France]. — Exploite des carrières de pierre de taille à Ravières et à Cry (Yonne), à Saint-Rémy et Magny-Lambert (Côte-d'Or).

A fait, à l'annexe de l'avenue de Suffren, une intéressante exposition des produits de ses exploitations dans laquelle on remarque quatre belles piles moulurées en roches de Ravières et de Cry, avec socles en roches de Saint-Rémy et de Magny-Lambert; trois marches et un palier en roche marbrée de Cry et une balustrade en Larrys-de-Cry, fin, dur.

MM. Marchand et **Châtillon**, à Chauvigny (Vienne) [France]. — S'occupent tout spécialement de l'exploitation des pierres dites *du Poitou*. Possèdent des carrières à Chauvigny, Bonnillet, Lussac-les-Châteaux, Lavoux, Pré-Sec et Migné-les-Lourdines; font, à l'avenue de Suffren, une belle exposition composée de sept grands blocs de pierre disposés de façon à ce que le visiteur puisse facilement se rendre compte de leurs qualités.

M. Martignolle (Jean), à Marseille (Bouches-du-Rhône) [France]. — A découvert un beau marbre dans ses propriétés d'Aubagne (Bouches-du-Rhône) et en fait depuis peu l'exploitation.

Expose une belle cheminée à consoles, deux socles supportant des vases, trois dalles; le tout montrant le riche coloris du marbre extrait par l'exposant.

M. Martine (Eug.), fils aîné, à Fontenay-aux-Roses (Seine) [France]. — Exploite à Fontenay-aux-Roses des sables employés pour moulages dans les fonderies du monde entier. Expose sur une table divisée en quatre compartiments :

1° Sable blanc pour soles de fours et aciéries;
2° Sable rouge pour fonderies de fer et acier;
3° Sable jaune pour fonderies de cuivre, bronze, argent;
4° Sable jaune, dit *sable fort*, pour fonderies de cuivre et fontes malléables.

MM. Périn (Albert, Henri et Édouard) frères, à Charleville (Ardennes) [France]. — Font une exposition des produits de leurs carrières dans laquelle on voit :

Des pierres brutes grises, propres aux constructions;

Des pavés et bordures de trottoirs;

Des échantillons de calcaire propre à la fabrication de la chaux hydraulique;

Des échantillons de marne argileuse utilisée pour la fabrication du béton comprimé et deux photographies des exploitations.

M. Plat (Marcel), à Villentrois (Indre) [France]. — Exerce une industrie peu connue, celle de la recherche et de la taille des silex; fait une très intéressante exposition, nous montrant, dans une vitrine, des silex blonds et noirs, taillés pour briquets et fusils à pierre (fusils d'exportation et fusils de traite).

Une jolie collection de silex bruts, veinés et jaspés, de nuances variées, employés dans la bijouterie, et de gros échantillons de silex bruts.

MM. Quéhan frères, à Charenton-le-Pont (Seine) [France]. — Entrepreneurs de travaux publics qui exploitent eux-mêmes les matériaux employés dans leurs entreprises.

Exposent des vues photographiques de leurs carrières; un graphique de leur production de pavés et bordures pendant les années 1895 à 1899; des bordures de trottoirs; des pavés; des pierres cassées pour empierrement; des échantillons de pierres meulières de Magny-les-deux-Hameaux; une collection des outils servant à l'extraction et à la taille.

MM. Sauvain (E.) et Cie, à Comblanchien (Côte-d'Or) [France]. — Propriétaires de carrières à Comblanchien (Côte-d'Or) d'où ils extraient une roche dure prenant le poli, qu'ils livrent au commerce taillée et façonnée à la demande.

Exposent un motif d'architecture, composé d'un socle, surmonté d'une balustrade, dont la base et la main-courante sont ciselées et bouchardées et les balustres polis.

Société anonyme des carrières de marbre blanc et bleu de Saint-Béat, à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne) [France]. — Société qui exploite à Saint-Béat, dans le massif pyrénéen, des carrières de marbre dans lesquelles on rencontre un blanc statuaire ressemblant beaucoup à celui de Carrare; nous montre ce marbre en quatre échantillons cubiques et deux colonnes d'un beau blanc poli.

Expose aussi une balustrade, des vases en marbre blanc légèrement veiné ou bleuté.

Société anonyme franco-belge des carrières de grès de Vireux et extensions, à Vireux (Ardennes) [France]. — Exploite à Vireux des carrières de grès dur, d'où elle extrait des matériaux employés pour les travaux de routes.

Nous en montre les produits sous forme de pavés pour rues et trottoirs; de pierres cassées pour macadam.

Société des carrières réunies de la Haute-Saône et des Vosges, à Selles (Haute-Saône) [France]. — Propriétaire de carrières de grès où elle exploite spécialement des meules à aiguiser.

Expose une grande meule grise, une grosse meule rose, une pyramide de meules grises et roses, des échantillons de grès.

M. Vautier, à Lérouville (Meuse) [France]. — Propriétaire à Lérouville d'importantes carrières qu'il exploite lui-même.

Expose une jolie pile composée de : un bloc de Lérouville ordinaire, un bloc de la carrière du Bois Charlot, un bloc du banc gris de Maillemont, un de Savonnières fine et un de Savonnières demi-dure; expose aussi des moellons débrutis smillés et piqués provenant des différents bancs de son exploitation; le tout bien présenté.

M. Adam-Prix, à Saulxures-sur-Moselotte (Vosges) [France]. — Montre, dans une vitrine, une pendule en granit gris et rose et divers autres petits objets en granits et porphyres de toutes teintes.

M. Chaillou (Alfred-Étienne), à Paris (France). — Exploitant de granit à Monjtoie, près de Vire (Manche); expose un grand bloc de granit, sortant de ses carrières, disposé de façon à ce que l'on puisse juger de toutes les tailles qu'il est susceptible de recevoir.

M. Coulon (Joseph), aux Agets, commune de Saint-Brice (Mayenne) [France]. — Expose des sables et argiles servant à la fabrication des produits réfractaires.

M. Filuzeau (Raoul), à Saint-Pierre-du-Chemin (Vendée) [France]. — Exploite dans les carrières de Plochères, commune de Saint-Pierre-du-Chemin, de la stéatite qui est surtout utilisée pour faire des revêtements de fours entièrement réfractaires.

Expose trois échantillons bruts de stéatite rose et une paroi de four en blocs de stéatite appareillés.

M. Fouré (Jules), à Châteaufort (Seine-et-Oise) [France]. — Exploitant de carrières de grès, expose un bloc de grès brut, une collection des divers échantillons de pavés qu'il livre au commerce, des échantillons de meulières piquées et des vues photographiques de ses carrières.

M. Labour (Jules), à Bierry-les-Belles-Fontaines (Yonne) [France]. — Exploite les carrières d'Anstrude, très renommées en Bourgogne; expose un morceau de pierre servant de base à une grande pyramide monolithe; le tout en roche d'Anstrude.

M. Lebert (Étienne), à Orquevaux (Haute-Marne) [France]. — Exploite un calcaire dur prenant le poli du marbre et le montre sous forme de marches moulurées, balustres et échantillons cubiques.

Société anonyme des carrières du Nord des Ardennes françaises, à Montigny-sur-Meuse (Ardennes) [France]. — Propriétaire de carrières dans lesquelles elle exploite le pavé et les matériaux d'empierrement.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Son exposition est formée d'une étagère garnie de tous les échantillons de pavés de sa fabrication et de corbeilles contenant des pierres à macadam, du gravier, de la grenaille et du ballast.

Société anonyme des carrières à pavés et macadam du Pas-de-Calais, à Beugin (Pas-de-Calais) [France]. — Expose des pavés en grès de divers échantillons, du macadam de différents cassages, des gravillons et des grenailles.

Société des carrières d'Is-sur-Tille (Côte-d'Or) [France]. — Exploite des carrières de pierre dure et expose deux blocs de cette roche en supportant un troisième taillé en balcon.

COLONIES FRANÇAISES.

ALGÉRIE.

M. Lesueur (Georges), à Philippeville (Constantine) [Algérie]. — Propriétaire des carrières de marbre du Filfila (province de Constantine).

A fait dans le pavillon algérien une très belle exposition des produits de ses carrières, dans laquelle on remarque notamment une cheminée en marbre blanc, une autre en bleu turquin, dix-huit fûts de colonnes en marbres de différentes couleurs, aux tons riches, des statues, des colonnettes, une nombreuse collection d'échantillons de marbres divers et des photographies de travaux exécutés en marbre du Filfila.

M. Gonssolin (Édouard), à Bône (Constantine-Algérie) [France]. — Exploitant de marbre; expose une baignoire, une balustrade, un échantillon cubique et une plaque sur laquelle sont sculptées une poire et une pomme; le tout en marbre blanc.

M. Legros-Bey (Jules), à Zidi-Hamza (Oran-Algérie) [France]. — Fait une intéressante exposition de marbre onyx comprenant une cheminée, une gaine, une colonnette et deux grandes plaques d'onyx poli.

TUNISIE.

MM. Belaisch et **Gozlan**, à la Goulette (Tunisie). — Exposent des échantillons de pierre à plâtre, de plâtre cuit, d'argile pulvérisée servant à la fabrication des briques et de sable entrant dans la composition des mortiers.

INDO-CHINE.

MM. Guillaume frères (Indo-Chine) [France]. — Possèdent des exploitations importantes dans le Tonkin.

Exposent une intéressante collection des marbres sortant de leurs carrières du Tonkin.

M. Faussemagne, à Ke-So (Indo-Chine) [France]. — Expose des échantillons des marbres extraits des carrières qu'il exploite en Indo-Chine.

CÔTE DES SOMALIS.

Société anonyme du Comptoir de Djibouti, à Paris (Côte française des Somalis) [France]. — Expose des échantillons de pierre à chaux extraite dans les environs de Djibouti, des pierres sorties des carrières de Gahalmahen et des madrépores sciés, provenant de la baie de Tadjourah.

NOUVELLE-CALÉDONIE.

M. Ozoux (A.), à Nouméa (Nouvelle-Calédonie) [France]. — Expose des spécimens de pierres lithographiques de Mato.

ÉTRANGER.

BELGIQUE.

M. Escoyez (Louis), à Tertre (Belgique). — Maison très importante, occupant un grand nombre d'ouvriers et faisant un très gros chiffre d'affaires.

Exploite les terres et sables pour produits céramiques et produits réfractaires.

Ses exploitations sont réparties en vingt-cinq sièges situés dans la Belgique, la France et l'Allemagne, et on en tire des pierres plastiques, siliceuses, alumineuses, de toutes teintes, pour la fabrication des produits réfractaires, des carreaux et pavés céramiques;

Des sables réfractaires à grains fins, moyens et gros;

Des sables pour verreries et cristalleries;

Des sables argileux gras pour produits communs et moulages de fonderies;

Des quartz durs et tendres pour la fabrication des produits réfractaires.

Expose les matériaux qu'elle livre bruts au commerce ou qu'elle emploie dans ses usines de produits céramiques : terre brute et calcinée, siliceuse et alumineuse, sable de quartz pour produits réfractaires.

Maîtres de carrières d'Ecaussines et de Soignies (Exposition collective des) [Belgique]. — Les maisons Berkmans (J.), Laroche et Piss, d'Écaussines; Cornet (J.), Jaumot (L.) et Cie, d'Écaussines; Gauthier et Cie, de Soignies; Lenoir (J.) et Cie, d'Écaussines; Savoye (E. de), de Soignies; Société anonyme des carrières du Clipot, à Soignies; Société anonyme des carrières du Hainaut, à Soignies; Société anonyme des carrières Wincqz, à Soignies, exploitent les pierres bleues dites *petit granit* d'un usage commun dans les constructions de la Belgique et des pays environnants.

Elles se sont entendues pour faire une exposition collective qui comprend :

1° Dans le parc du Champ de Mars, entre le Palais du costume et le Pavillon de la Commission des ardoisières d'Angers, un banc en pierre bleue;

2° Au premier étage du Palais des Mines de petits échantillons de pierres et des photographies des exploitations, usines et installations des exposants.

Société anonyme des carrières et fours à chaux et à ciments du Coucou, à Autoing (Belgique). — Cette Compagnie, qui s'occupe surtout de la fabrication des chaux et ciments, exploite aussi la pierre de taille dans quelques-unes de ses carrières.

Elle expose des échantillons de pierres extraites de ses carrières, ainsi que des vues de ses exploitations et de ses installations.

Société des carrières de Lessines, Tacquenier, Vandevelde, Cosyns, Lenoir et Notte, à Lessines (Belgique). — Collectivité de cinq carriers, syndiqués pour la vente de leurs produits, qui consistent surtout en pavés et en matériaux d'empierrement pour les routes.

Exposent des pavés en porphyre, des pierres cassées pour macadam, des pierrailles et des grenailles; des vues de leurs exploitations et des tableaux donnant divers renseignements statistiques.

M. Maybon (A.), à Paris [Belgique]. — Exploite depuis peu la carrière de marbre de Gochenée, dans la province de Namur.

Expose, aux Invalides, deux colonnes en marbre de cette carrière, et des échantillons de marbre gris et rouge.

Société anonyme des terres et produits réfractaires, à Andenne (Belgique). — Société fondée en 1836, sous la raison Pastor, Michiels et Cie, pour la fabrication des produits céramiques. Extrait elle-même les matières dont elle a besoin pour sa fabrication.

Expose les terres maigres, demi-maigres et alumineuses qui lui servent pour la fabrication de ses produits réfractaires, les terres et argiles plastiques en usage pour la fabrication des tuyaux et autres produits céramiques.

BULGARIE.

M. Slavor Slavi, à Kazanlik (Bulgarie). — Fait une exposition qui comprend des échantillons des marbres de toutes couleurs qui ont servi dans la construction de plusieurs cathédrales du pays.

ÉQUATEUR.

Club Sucre, à Santa Elena (Équateur). — Société composée d'hommes actifs et intelligents cherchant à mettre leur pays en valeur.

Expose des échantillons de matériaux extraits des carrières et notamment des pierres à filtrer, des meules, des pierres à aiguiser, des kaolins, de la craie et des bois pétrifiés.

M. Estrada (Emilio), à Guayaquil (Équateur). — Le plus important des exploitants de l'Équateur.

Expose un échantillon de pierre prenant le poli, et des échantillons de terres employées dans la céramique.

M. Loyola (A. de), à Cuenca (Équateur). — Expose du kaolin et une série d'échantillons de marbre de Portele.

ESPAGNE.

M. Hernandez Wright, à Cacérès (Espagne). — Expose une dalle de marbre bleu.

Llatso (Mme veuve José), à Tortosa (Espagne). — Expose deux échantillons d'un beau marbre brocatelle qu'elle exporte en France, en Italie et en Amérique.

ÉTATS-UNIS.

Barney Marble Company, à Swanton (États-Unis). — Expose deux colonnes prismatiques en vert antique de Holly-Springs (Géorgie); sept colonnes en marbre rouge et une en marbre gris rosé; des dalles de revêtement en marbre; le tout disposé de façon à former la façade de cette classe des États-Unis.

Drake Company, à Saint-Paul (États-Unis). — Cette Compagnie, qui exploite et façonne les marbres et autres roches dures, expose un prisme en marbre blanc et rouge veiné, une plaque de marbre rouge, deux plaques d'onyx rouge et quinze troncs d'arbres pétrifiés, dont les coupes polies ont de très riches tons d'agate.

Pike Manufacturing Company, à Pike-Station (États-Unis). — Compagnie qui fait, sur une très grande échelle, l'extraction et la fabrication des pierres à aiguiser. Expose une très belle collection de pierres à aiguiser.

M. Binns (Charles Fergus), à Trenton (États-Unis). — Expose une collection des différentes sortes d'argiles exploitées dans les États-Unis et employées principalement dans la céramique.

Massachusetts Institute of technology, à Boston (États-Unis). — Montre aux visiteurs une intéressante collection, composée de tous les marbres, pierres et ardoises provenant des carrières en exploitation dans les États-Unis.

M. Pierce (John), à New-York (États-Unis). — Montre les produits de son exploitation, sous la forme de deux belles colonnes en granit rose du Maine, qui ornent l'entrée de l'Exposition des États-Unis.

Columbia marble quarying Company, à Rutland (États-Unis). — Expose une colonne prismatique en marbre brèche rosé; une dalle de même marbre, mais à couleur plus vive, et deux dalles de brèche rouge.

MM. Kesseler brothers, à San-Francisco (États-Unis). — Exposent quatre belles plaques d'onyx de Californie très transparentes, placées au sommet des vitrines qui se trouvent à chacune des extrémités de l'Exposition des États-Unis.

MM. Poullot et Voillequé, à Denver (États-Unis). — Exposent deux beaux échantillons bruts de marbre onyx vert et divers objets en marbre travaillé.

CUBA.

Compagnie de ciment de l'Almendarès, à Cuba. — Société de formation récente qui fabrique le ciment sur une assez grande échelle.

Elle expose des échantillons des calcaires et des argiles qu'elle retire de ses carrières ainsi que des échantillons des ciments sortant de ses usines, des briques et des carreaux mosaïques remarquables.

GRANDE-BRETAGNE.

MM. Garden and C°, à Aberdeen (Grande-Bretagne). — Exposent un très joli monument en granit rose d'Écosse et un tableau de vingt et un échantillons des roches extraites dans les carrières exploitées par la maison.

MM. Patterson (Robert) and Son, à Newcastle on Tyne (Grande-Bretagne). — Exposition intéressante formée d'une pyramide de quinze meules de grès de différentes grandeurs.

M. Brown (W.), à Valkley (Grande-Bretagne). — Très ancienne maison, qui s'est spécialisée dans la production des meules pour aiguiser à sec les instruments de chirurgie.

Expose cinq meules pour travailler à sec les outils les plus fins.

M. Fish (C.-E.), à Newcastle (Canada) [Grande-Bretagne]. — Expose une grande meule en grès, pesant 2 tonnes et demie.

Milton Pressed Brick Company, à Milton (Canada) [Grande-Bretagne]. — Expose des spécimens d'argile servant à la fabrication des briques.

Baroda (S. A. le garkwar de), à Baroda (Grande-Bretagne). — Expose un joli piédestal en marbre vert des Indes et des socles de vitrine en marbres de différents tons.

CANADA.

MM. Milne, Coutts and C°, à Saint-George (Canada) [Grande-Bretagne]. — Exploitent une grande carrière de granit, dans le Nouveau-Brunswick, et exposent une colonne surmontée d'une urne en granit rose, d'un bel effet.

Lauratiane Granite Company, à Montréal (Canada) [Grande-Bretagne]. — Exploite une carrière de granit et expose un piédestal fait avec le granit sorti de cette carrière.

GRÈCE.

Marmor, limited, à Athènes (Grèce). — Cette Compagnie fait une très belle exposition dans laquelle on remarque :

Un bloc de marbre blanc du Pentélique et une statue du même marbre;

Un bloc de cipolin antique, des dalles et des échantillons de marbre de diverses couleurs, aux tons vifs.

Verde antico Marble Company limited, à Londres (Grèce et Grande-Bretagne). — Cette compagnie est propriétaire, en Grèce, de carrières qui étaient déjà exploitées dans l'antiquité.

Elle expose une table supportée par quatre colonnettes, deux vasques, deux piédestaux et deux colonnes; les marbres en sont très beaux, solides et très décoratifs.

MM. Lévidès (C.) et Scaliéris (G.), à Athènes (Grèce). — Exposent de curieux échantillons de pouzzolanes de Santorin.

GUATÉMALA.

MM. Granai, Novela et Cie, à Guatémala (Guatémala). — Exposent des échantillons de marbre jaune, blanc et vert, et des échantillons de roches éruptives employées au pavage des chaussées.

ITALIE.

Chambre de commerce de Carrare (Italie). — Expose une intéressante collection des différents marbres exploités à Carrare et Massa, ainsi que de belles dalles de marbre, provenant des mêmes exploitations, et un beau plan en relief de la région de Carrare.

MM. Gaffuri et Massardi, à Mazzano (Italie). — Propriétaires de carrières de marbre très importantes, dans les environs de Mazzano, et d'usines dans lesquelles se font le sciage et le travail des marbres.

Exposent : 1° avenue de Suffren, un bloc de marbre de Botticino ayant 7 mètres de long, 1 m. 50 de large et 0 m. 50 d'épaisseur et pesant 17 tonnes;

2° Aux Invalides, des dalles et de longs prismes de marbre de Mazzano.

MM. Gianoli (G.) et frères, à Crusinalle (Italie). — Font une belle exposition de granits italiens en colonne, vasques, balustrades et échantillons cubiques de différentes couleurs.

Chambre de commerce de Sienne (Italie). — Expose des échantillons des différents marbres sortant des carrières de la région.

M. Camplani (Nicolas), à Riva-di-Sotto (Italie). — Propriétaire de carrières et scieries de marbre.

Expose, aux Invalides, un bloc de marbre en partie brut, en partie bouchardé et en partie poli, et une série de dalles en marbre noir fin.

Conservatoires royaux féminins réunis, à Sienne (Italie). — Propriétaires de la carrière de Monsarrenti.

Exposent huit échantillons du marbre jaune de Sienne extrait de leur carrière.

MM. Lanfranchi (Louis) et fils, à Gravellona-Toce (Italie). — Exploitent des carrières de marbre à Gandoglia, près du lac Majeur.

Exposent un joli bloc de marbre rose, de 3 mètres de long sur 2 mètres de large et 0 m. 40 de haut, à parements bruts et polis.

Gherardesca (Comte Valfredo de la), à Florence (Italie). — Expose, dans un cadre, quinze petits échantillons de marbre de différentes couleurs, sortant de ses propriétés.

JAPON.

Société de pierres à aiguiser, à Osaka (Japon). — Cette société a succédé à un vieil industriel qui avait créé une grande usine au Japon.

Elle expose des pierres à aiguiser à la mode japonaise et des meules rondes.

M. Murakami (Mitisuké), à Yamaguti-Kén (Japon). — Expose trois tablettes de marbre blanc, gris et bleu, qu'il exporte en Chine et aux Indes.

MEXIQUE.

Gouvernement de l'État de Durango (Mexique). — Nous montre une collection des diverses variétés de marbre.

Onyx du Mexique, avec des échantillons de pierres et de marbres de différentes teintes employés dans les constructions.

Gouvernement de l'État de Guadanajuato (Mexique). — Expose des échantillons de grès verts, servant à la construction des bâtiments de la région.

M. Cardenas (Amador), à Jimuleo (Mexique). — Exploite l'onyx mexicain et en expose des échantillons de diverses natures, parmi lesquels on remarque de beaux jaunes.

M. Donnamette (A.), à Paris (Mexique). — Expose deux blocs de marbre onyx vert, une cheminée et deux gaines composées d'un agréable assemblage d'onyx, jaune ambré, vert et jaspé; le tout d'un très bel effet.

M. Fenochio (Henrique A.), à Oaxaca (Mexique). — Exploite des carrières de marbre onyx.

Expose sept blocs d'onyx mexicain verts transparents, de très belle qualité.

M. Olimàn (Manuel), à Puébla (Mexique). — Exploitant de marbre.

Expose deux blocs de beau marbre onyx vert sortant de ses carrières.

M. Gomez (Gildardo), à Oaxaca (Mexique). — Expose de nombreux échantillons des roches employées dans les constructions de la région.

M. Aleman (Fernando), à Morelia (Mexique). — Expose des échantillons de marbre du Mexique.

M. Gutierrez (Félix), à Toluca (Mexique). — Montre des échantillons de marbres de diverses couleurs et une collection de roches employées dans les constructions.

M. Lartigue (Aurelio), à Monterrey (Mexique). — A exposé des échantillons de marbre du Mexique.

Municipalité de Monterrey (Mexique). — Expose trois échantillons de marbre.

NORVÈGE.

Aktieselskabet Norsk Kleber Skiferforretning, à Christiania (Norvège). — Maison importante qui exploite de grandes carrières d'où elle extrait de la stéatite; expose de beaux échantillons de stéatite et divers petits ornements taillés dans cette même roche.

MM. Grönseth (Johs) et Cie, à Christiania (Norvège). — Cette Compagnie possède des exploitations de carrières et des usines dans lesquelles elle fait le sciage, la taille et le polissage des pierres.

Elle a fait, dans la section norvégienne, une très belle exposition de granit et de marbre où l'on remarque deux pyramides et une urne fort bien travaillées.

M. Gude (Erik A.), à Christiania (Norvège). — Fait, comme la maison précédente, l'exploitation de la taille des pierres et présente des échantillons des roches sortant de ses carrières, sous forme de colonnes, tables, cubes, aux teintes riches et très variées.

M. Golden (Jens. M.), à Berby (Norvège). — Expose quatre pavés de granit.

M. Knappenborg-Brynsten-Huggeri, à Odalen (Norvège). — Expose une série de pierres à aiguiser.

PORTUGAL.

MM. Rato (Antonio Moreira) et fils, à Lisbonne (Portugal). — Cette maison, une des plus importantes du Portugal, exploite des carrières de marbre et de pierre de taille, principalement aux environs de Lisbonne.

Expose une collection de 28 échantillons de dalles de marbre, sorties de ses carrières.

MM. Santos (Joaquin Antunes dos) et Cie, à Lisbonne (Portugal). — Maison de la même importance que la précédente.

Expose quatre gros blocs de marbre, des éviers et dalles en ardoise.

M. Valente (Alvaro-Rebello), à Porto (Portugal). — Exploite un marbre onyx qui tapisse de magnifiques grottes naturelles de 6 kilomètres de longueur.

Expose plusieurs dalles de ce marbre onyx, d'une jolie teinte.

Associaçao dos Canteiros de Lisboa (Portugal). — Association ouvrière qui exploite des pierres froides employées pour la construction des maisons.

Expose une série d'échantillons de ses diverses qualités de roches.

Commission provinciale de Mozambique (Portugal). — Nous montre des petits échantillons bruts de marbres divers.

M. Silva (Antonio Gomès da), à Porto (Portugal). — Exploite une carrière de granit, dite *carrière de Canetelas*, villa nova de Gaia, de laquelle on extrait des grandes colonnes prismatiques servant à l'établissement des treilles.

Expose des pavés de granit sortant de cette carrière.

M. Sousa (Manoël Maria de), à Lisbonne (Portugal). — Exploitant le marbre en Portugal.

Expose douze échantillons de marbres divers extraits de ses carrières.

ROUMANIE.

Administration du Domaine de la Couronne, à Bucarest (Roumanie). — Expose des échantillons cubiques des diverses roches extraites des carrières appartenant à la Couronne, des marches moulurées, une table soutenue par de belles consoles et portant un modèle de l'entrée du tunnel de Prahova-Comarnie, exécuté entièrement en grès de ses carrières; une colonnette en grès et un tronc de cône en granit poli de Caraiman.

Ministère de l'agriculture et de l'industrie, Service des mines et carrières, à Bucarest (Roumanie). — Expose une construction en pierres des carrières de Dobrogia, des granits et des marbres de ces mêmes carrières, qui ont fourni 40,000 mètres cubes de matériaux pour la construction du pont Charles Ier sur le Danube, à Ternavoda.

Expose aussi des échantillons cubiques bruts et polis de pierres et marbres provenant d'autres carrières de la Roumanie.

MM. Manoel (Ernest) et Obled, à Comarnic (Roumanie). — Exposent des échantillons de pierres avec lesquelles on fait des chaux employées dans leur région.

M. Negropontes (J.-U.), à Grosesti (Roumanie). — Possède des carrières d'où il tire des calcaires et des grès en usage dans la construction.

Expose des balustres, des pierres moulurées et polies et des échantillons des pierres et grès de son exploitation.

M. Andriesh (V.-C.), à Piatra (Roumanie). — Expose un échantillon de marbre blanc veiné, des colonnettes, marbres et dalles de revêtement en marbre.

Stirbey (Prince D.-B.), à Courpéna (Roumanie). — Expose un échantillon de grès.

M. Vojen (Prosper), à Roman (Roumanie). — Expose un échantillon de pierre froide, susceptible de poli.

RUSSIE.

Bureau Vega, à Saint-Pétersbourg (Russie). — Cette maison extrait de ses carrières un granit noir très fin dont elle expose de beaux échantillons, d'un très bel effet décoratif; elle n'a commencé son exploitation qu'en 1899 et est arrivée rapidement à occuper une place importante dans l'industrie de sa région.

M. Strouck (N.-N.), à Saint-Pétersbourg (Russie). — M. Strouck est fils de ses œuvres et s'est spécialement adonné à la production des matières servant aux polisseurs.

Il expose de l'émeri et diverses autres matières en usage pour le polissage.

M. Benkendorf (Ch. U. von), à Kalouga (Russie). — Exploite le tripoli et en montre des échantillons, tant en pierres qu'en poudre.

M. Pooukka (Adolphe), à Langelmaki (Russie). — Expose une série de pierres à aiguiser, fines et bien présentées.

SUÈDE.

Société anonyme de l'Industrie suédoise du granit, à Stokholm (Suède). — Cette Société possède d'importantes carrières en Suède et en Norvège, d'où elle extrait surtout du granit et du labrador.

Son exposition comprend deux piles de chacune huit blocs de granit de différentes teintes, une belle dalle de labrador, une autre en granit noir et une en granit rouge.

Compagnie pour la fabrication de meules de Gotland, à Burgsvik (Suède). — Expose deux blocs de grès surmontés d'une pyramide de meules à aiguiser, également en grès.

Société de Grafversfors (Suède). — Expose une dalle de granit poli.

SUISSE.

M. Zgraggen (Al.), à Hergiswyl (Suisse). — Propriétaire de carrières de granit; expose des échantillons de divers granits de son exploitation.

TABLE DES FIGURES.

DEUXIÈME PARTIE (MOINS LA FRANCE ET SES COLONIES).

ÉTUDE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DES MINES ET MINIÈRES.

ALLEMAGNE :

Pages.

Fig. 1. Coupe géologique des terrains du Samland riches en ambre 9
2. Lavage de l'ambre sur les gradins 9

AUTRICHE :

Fig. 3. Coupe géologique du gisement de sel de Hallein (Dürrnberg) 17
4. Coupe en travers du gisement de sel de Hallein 17
5. Profil de la saline de Lacko (Galicie) 18
6. Coupe géologique du gisement de sel de Stebnik (Galicie), par le puits Hubert . . 19
7. Coupe en long de la mine de sel de Kalusz (Galicie) 19
8. Coupe en travers AB de la mine de sel de Kalusz 20
9. Détails des gisements de kaïnite à Kalusz 21
10. Coupe générale géologique du gisement de sel de Aussee 22
11. Coupe CD de la mine de sel de Aussee 23
12. Coupe AB de la mine de sel de Aussee 24
13. Coupe en long et coupe en travers des salines de Hallstatt 25
14. Exploitation d'un horizon des salines de Hallstatt 26
15. Exploitation de la mine de sel de Hallstatt par les chambres de dissolution, système Rittinger 27
16. Exploitation de la mine de sel de Hallstatt par les chambres de dissolution, système Prinzinger 28
17. Coupe nord-sud de la mine de sel de Ischl 29
18. Coupe est-ouest de la mine de Ischl 30
19. Coupe géologique en long de la mine de sel de Halle (Tyrol) 31
20. Coupe géologique en travers de la mine de Halle (Tyrol) 32
21. Coupe longitudinale des salines de Wieliczka 32
22. Coupe AB des salines de Wieliczka 33
23. Coupe CD des salines de Wieliczka 33
24. Coupe EF des salines de Wieliczka 34
25. Exploitation du sel gemme à Hrdina (Wieliczka) 35
26. Carte générale (plan et coupe) de l'exploitation de la mine de Bochnia 36
27. Saline de Bochnia (coupe) 37
28. Coupe en détail dans le nord du gisement de Bochnia. Saline François-Joseph, à Delatyn 39
29. Coupe longitudinale de Bochnia 40
30. Coupe par les sondages 5, 12, 7, 6, 4 40
31. Coupe par les sondages 1, 5 40

C. F. E

Autriche (Suite) :

Fig. 32. Coupe par les sondages 25 1/2, 32 40
33. Coupe par les sondages 30, 31 40
34. Plan et coupe en long de la mine de sel de Kossow 41
35. Coupe en travers de Kossow 41
36. Coupe longitudinale et transversale de la mine de sel de Kaczyka-Bukovina 43

Bosnie-Herzégovine :

37. Esquisse géologique de Bosnie-Herzégovine 71
38. Coupe N. E.-S. O. du gisement de Zéniça 75
39. Plan général de l'exploitation à Zéniça 76

Bulgarie :

Fig. 40. Carte minière de la Bulgarie 85

Chine :

Fig. 41. Carte minière chinoise de la province du Fou-Kien 95
42. Carte minière du Fou-Kien, par M. Doyère 96
43. Carte géologique du Sud chinois, par M. Leclère 113

Danemark :

Fig. 44. Carte géologique du Danemark (formations profondes) 136
45. Carte géologique du Danemark (formations superficielles) 137

Groënland :

46. Carte géologique et synoptique du Groënland, par Hartz (1900) 146
47. Côte nord-ouest du Groënland 147
48. Côte sud-ouest (Julianehaab) 151
49. Profils groëulandais 153
50. Côte nord-est du Groënland 155

Islande :

51. Carte géologique de l'Islande, par Th. Thoroddsen 158

Espagne :

Fig. 52. Carte géologique de Bilbao, par D. Ramon Adan de Yarza (1891) 165
53. Diagramme représentant la production de minerai de fer de la région de Bilbao, de 1860 à 1899 167

États-Unis :

Fig. 54. Coupe générale à travers la zone minéralisée de la mine «Orient» [Colorado Fuel and Iron Company] 185
55. Coupe générale à travers le gisement de la mine «Calumet» (Colorado) [Colorado Fuel and Iron Company] 186

États-Unis (Suite) :

Fig. 56. Coupe (en partie théorique) de la région minéralisée de Hartville (Wyoming) [Colorado Fuel and Iron Company] 187
57. Coupe générale à travers le gisement de «Hanover» (New-Mexico) [Colorado Fuel and Iron Company] 188
58. Coupe transversale du gisement cuprifère de la «Copper Queen Mine», à Bisbee (Arizona) 190
59. Carte des régions pétrolifères et de gaz naturel connues aux États-Unis et de leurs extensions probables, par M. F. H. Oliphant, du service géologique des États-Unis 193
60. Carte de détails des régions pétrolifères et de gaz naturel de Lima-Indiana et des Appalaches, par M. F. H. Oliphant 195

Grande-Bretagne :

Fig. 61. Diagramme des accidents mortels survenus dans les mines anglaises de 1873 à 1899, pour 1,000 personnes employées 201
62. Diagramme des accidents mortels dans les mines anglaises par million de tonnes extraites 203
63. Diagramme des accidents mortels dans les mines anglaises par 1,000 personnes employées au fond et à la surface 203

Colonies anglaises. — Australie :

64. Carte géologique du district de Coolgardie (Australie occidentale) 213

Grèce. — [Laurium français] :

Fig. 65. Graphique de la production en tonnes métriques, de 1876 à 1899, des produits d'expédition 219
66. Graphique de la production en tonnes métriques, de 1876 à 1899, des minerais bruts de toute nature 221
67. Graphiques de la production en tonnes métriques, de 1876 à 1899, des produits d'expédition (zinc et plomb argentifère) 223

Guatémala :

Fig. 68. Carte géologique du Guatémala, par le Dr Sapper (1897) 224

Grand-duché de Luxembourg :

Fig. 69. Diagramme des productions de minerai de fer comparées du Luxembourg, de la France et de l'Allemagne 269
70. Diagramme des variations du prix moyen du minerai de fer dans le Luxembourg, en France et en Allemagne 271
71. Diagramme de la production de minerai de fer annuelle par ouvrier dans le Luxembourg, en France et en Allemagne 273

Mexique :

Fig. 72. Carte géologique du Mexique, par l'Institut géologique de Mexico (1897) 276
73. Coupe schématique et idéale des gîtes cuivreux du Boléo, par le Cerro Juanita et l'Arroyo de Sombrero Montado 277

IMPRIMERIE NATIONALE.

Norvège :

Fig. 74. Plan et coupe des mines de cuivre Storvarts, Quintus et Solskin, dans la région de Röros 289
75. Mines de cuivre de Röros, coupe et plan de la mine Storvarts 291
76. Mines de Röros, plan et coupe de la mine Mug 293
77. Mines de Röros, plan et coupe de la mine de Kongen 293

Pays-Bas :

Fig. 78. Carte du bassin houiller du Limbourg 299
79. Coupe N. N. O.-S. S. E. à travers la partie principale du bassin houiller du Limbourg 300
80. Carte des mines du Limbourg appartenant à l'État 301
81. Production houillère du Limbourg hollandais 303

Colonies hollandaises. — Indes orientales néerlandaises :

82. Concession d'Ombilin (Sumatra) 325
83. Graphiques indiquant les ventes et les débouchés du charbon d'Ombilin 327

Portugal :

Fig. 84. Carte minière du Portugal, par le Service des mines du royaume 338
85. Carte géologique du Portugal, par la Direction du Service géologique du royaume 339
86. Carte du district minier du Douro 350

Roumanie :

Fig. 87. Coupe à travers la Zabala, à Nereja 379
88. Coupe à travers le massif de la mine de sel de Lopatari 379
89. Coupe des vallées Doflana et Telega 381
90. Coupe à travers le massif salin de Tirgu-Oena 381
91. Coupe à travers le massif salin de Oenelo-Mari 381

Russie :

Fig. 92. Diagramme de l'exploitation du bassin houiller du Donetz 387
93. Carte géologique de la région pétrolifère de la presqu'île d'Apschéron (Caucase) 399
94. Tableau comparatif de l'extraction du naphte et de la production du pétrole en Russie et en Amérique 401
95. Diagramme de l'exportation des produits du naphte de Bakou 402
96. Diagramme de l'exportation globale des produits du naphte de Russie 403
97. Diagramme des variations du prix moyen du naphte et du pétrole en Russie, de 1879 à 1899 405

Serbie :

Fig. 98. Carte géologique du royaume de Serbie 410
99. Carte des gîtes minéraux serbes 412

République Sud-Africaine :

Fig. 100. Schéma de la carte géologique du Transvaal 425
101. Carte géologique du district de Vryheid 426
102. Carte géologique du district de Waterberg 427

Coupes géologiques schématiques du Transvaal :

103. Coupe nord-sud dans le district de Vryheid 428
104. Coupe de Belfast à la chaîne de Lebombo, d'après un lever le long de la ligne est du chemin de fer 428
105. Coupe nord-sud de Johannesburg au Waterberg 429
106. Coupe nord-sud de Orange-Grave au nord de Johannesburg jusqu'au Vaal ... 429
107. Tableau du traitement du minerai d'or dans les usines du Transvaal 434

Suède :

Fig. 108. Carte et coupes diverses des gîtes de minerai de fer de Kiirunavaara et Luossavaara 443

Suisse :

Coupes géologiques suisses diverses :

Fig. 109. 1 à 3 446
110. 4 à 6 447
111. 7 à 9 448

Turquie :

Fig. 112. Vue d'une mine d'émeri (Asie Mineure) 458
113. Coupe verticale de l'étage houiller moyen et des couches ou filets charbonneux (Héraclée) 459
114. Plan d'ensemble des concessions de la Société ottomane d'Héraclée 461

TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME.

DEUXIÈME PARTIE (SAUF LA FRANCE ET SES COLONIES).

ÉTUDE DESCRIPTIVE ET ANALYTIQUE DES MINES ET MINIÈRES.

Pages.

ALLEMAGNE 5

Association des mines silésiennes de nickel 6
Exposition collective de l'industrie de l'ambre 6
Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft 12
MM. Ehrhardt et Sehmer 13
MM. Friemann et Wolf 13
MM. Siemens et Halske 14
Gewerckschaft Weitzhelle und Arkzante 15

AUTRICHE 16

Ministère impérial et royal des finances 16

Salines : Hallein (Salzburg) 18
Lacko (Galicie) 18
Stebnick (Galicie) 19
Kalusz (Galicie) 19
Aussee (Steiermark) 22
Hallstatt 25
Ischl 28
Ebensee 30
Halle (Tyrol) 31
Wieliczka (Galicie) 32
Bochnia (Galicie ouest) 34
Delatyn (Galicie est) 35
Kaczyka (Bukowina) 36

Ministère impérial et royal de l'agriculture, à Vienne 37

Mine d'uranium de San Joachimsthal (Bohême) 37
Mine de lignite de Brüx (Bohême) 42
Mine de mercure d'Idria (Carniole) 46
Mine de plomb et d'argent de Przibram (Bohême) 47

Société anonyme pour la production de la magnésie (Styrie) 53
MM. Kübala et Cie (Silésie) 53

Belgique 53

Administration des Mines 53
Direction générale des Mines 55
Compagnie de charbonnages belges, à Frameries 55
Société anonyme du Syndicat des charbonnages liégeois (collectivité) 57
Charbonnages de Mariemont et Bascoup 61
Société anonyme des charbonnages réunis, à Charleroi 63
Annales des Mines, à Bruxelles 65
Société des charbonnages de Ressaix, Leval, Peronnes et Sainte-Aldegonde 65
Société anonyme des agglomérés réunis du bassin de Charleroi, à Marcinelle 66
MM. Cooppal et Cie, à Wetteren 66
M. Joseph François, à Seraing 67
Société anonyme d'électricité et hydraulique, à Charleroi 67
M. J. Bovier, à Liège 68

Bosnie-Herzégovine 68

Géologie 69
Gîtes minéraux, mines et usines 72
Charbonnage de Zéniça 75
Mine de Kreka 76
Administration des Mines 81
Expositions particulières 81
Société anonyme des mines de fer de Varés 81
Société Bosnia 82

Bulgarie 83

Ministère du commerce et de l'agriculture 83
Mines (Historique) 84
Gisements 86
Mine de Pernik (lignite) 88
Carrières 92
Sources minérales et thermales 92
Législation minière 94

Chine 96

Arsenal français de Fou-Tchéou (MM. Doyère et David) 96
Mission lyonnaise d'exploration en Chine 98
Mines du Yunnan 98
Mines du Kouéï-Tchéou 101
Mines du Tsé-Tchouan 102
Législation minière chinoise 108
Mission allemande au Schantung 108
Mission anglaise au Shansi 110
Mission Leclère; géologie du Sud chinois 111
Gisements miniers du Sud chinois 124

Chine (Suite) :

M. Dujardin-Baumetz 131
M. Bélard (Yun-Nan) 131
M. Feydel (Shansi et Houan) 131
M. Langlois (Shansi) 131
M. Blanc (Yun-Nan) 131
Mission Colomer 131

Corée 134

Danemark 135

Géologie 136
Industrie minérale danoise en 1900 141

Colonies danoises 144

Groënland 144

Géologie ; côte ouest 145
Julianehaab (district de) 150
Côte est groënlandaise 152

Islande 157

Équateur 163

M. Astudillo (Benigno) 163
— Club Sucre 163
M. Estrada (Emilio) 163
M. Garcia (Aviles) 163
— Gouvernement de Latacunga 163
— Lieutenance politique de Santiago 163
M. Loyola (A.) 163
— Municipalité de San Miguel 163
M. Noboa (Fidel) 163
M. Noriega (Felipe) 163
Sous-comités de Guaranda et de Latacunga 163
M. Tapia (Engel) 163

Régime administratif de l'Équateur 164

Espagne 164

Cercle minier de Bilbao 164
Société Fabrica de Miérès (Oviedo) 168
Société minière El Porvenir, à Miérès 170
M. Henri de Neufville, à Linarès (Jaen) 170
Société des mines de cuivre Tinto et Santa Rosa (Huelva) 170
Commission provinciale de Cacerès 171
Compagnie franco-espagnole des mines de soufre à Lorca (Murcie) 171
MM. Tejero et Hidalgo (Juan), à Huelva 171

Espagne (Suite) :

M. Tortosa Garzon (Manuel), à Jaen..... 171
M. Vaspuez Lopez (M.), à Huelva..... 171
M. Sanz Lauga (Ruperto), à Léon..... 171
M. de Palacio (Alberto), à Madrid..... 172
M. Garcia Vallejo (Dativo), à Valladolid..... 172

États-Unis (Exposition collective)..... 172

Geological Survey, à Washington..... 173
Département des Mines..... 173
Musée américain d'histoire naturelle, à New-York..... 173
Institut américain des ingénieurs des mines..... 174

Collections diverses :..... 174

The Michigan school of mines, à Houghton..... 175
The Colorado College, Colorado Springs..... 175
The Cornell University, à Itaca (New-York)..... 175
The Princeton University, à Princeton (New-York)..... 175
The Massachusetts Institute of technology, à Boston..... 175
The University of Chicago..... 175
The Field Columbian Museum, à Chicago..... 175
The Foote Mineral Cy, à Philadelphie (Pennsylvanie)..... 176
The California Commission, à San Francisco..... 176
The California State Mining Bureau, à San Francisco..... 176
The North Carolina Paris Commission, à Raleigh..... 176
M. Kirchhoff (C.), à New-York (minerais de fer)..... 177
M. Saward (F. E.), à New-York..... 177
M. Bins (C. F.), à Trenton (New-Jersey)..... 177

Or. — M. Fricot (D.) [Murphy]..... 177
M. Tingley S. Wood, à Leadville..... 178
M. Beaudry (F.) [Californie]..... 178
National Bank of Commerce, Seattle (Washington)..... 178
Venture Corporation, de Londres..... 178
M. Henry (P.), Lowe (Colorado)..... 178
Woods Investment Cy, Colorado Springs..... 178
M. Davidson..... 178
Portland Mining Cy, à Cripple Creek (Colorado)..... 178
Colorado Scientific Society, à Denver..... 178
MM. Watts et Heikes, à Denver..... 178
Maxwell Land Grant Cy, de Raton (New-Mexico)..... 178

Argent. — Mollie Gibson Consolidated Mining Cy, à Aspen (Colorado)..... 179
MM. Nathan et Alfred F. Léopold..... 179

Platine. — M. Ekman..... 179

Pierres précieuses. — American Turquoise Cy de Los Cerillos (New-Mexico)..... 179
New Sapphire Syndicate, à Yugo Gulch (Montana)..... 179
M. Binns (C. F.)..... 179

États-Unis (Suite) :

Pierres précieuses (Suite) :
State Museum, à Raleigh (Caroline du Nord) 179
Smith (Al.) and C°, de New-York 179
Agate. — Drake C^y, de Saint-Paul (Minnesota) 179
Fer. — M. Kirchhoff 180
Cuivre. — Copper Queen Mine C^y 181
Nickel. — M. Winslow (J. H.), de Riddles 181
Franklin Furnace C^y (New-Jersey) 181
Mercure. — New Almaden Mine, à Santa Clara (Californie) 182
Charbon. — Lehigh Walley Coal C^y, à Vilkes Barre (Pennsylvanie) 182
M. Saward 183
Gilsonite. — Assyrian Gilsonite C^y (Utah) 183
Carbonate de soude naturel. — Union Pacific Railway C^y, à Omaha (Nebraska) 183
Borax. — Pacific Coast Borax C^y, à San Francisco (Californie) 183
Sélénite. — M. Tallmadje [Museum de Salt Lake City (Utah)] 184
Fluorine. — MM. Poulot et Voillequé, à Denver (Colorado) 184
Antimoine. — M. Blanc (A.), à Kern County (Californie) 184
Phosphates. — Central Phosphate C^y, à Beaufort (Caroline du Sud) 184
Pétrotome. — M. Dwight (W. B.), à Wassar College 184
Compagnies diverses. — The Colorado Fuel and Iron C^y, à Denver (Colorado) 184
Fer : Orient mine 184
Calumet mine 186
Hartville mine (Wyoming) 186
Hanover mine (New-Mexico) 187
Charbon 187
The American Steel and Wire C^y, à New-Jersey (New-York City) 188
The Copper Queen Consolidated Mining C^y, à Bisbee (Arizona) 189
The Standard Oil C^y, à New-York-City 191
The Ingersoll Sergeant Drill C^y, à New-York-City 192
The Oil Well Supply C^y, à Pittsburg (Pennsylvanie) 194
The Jeffrey Manufacturing C^y, à Columbus (Ohio) 196
The Rand Drill C^y, à New-York-City 197
The Bullock Manufacturing C^y, à Chicago 197
The Robins Conveying Belt C^y, à New-York-City 198

Cuba 199
Compagnie du ciment portland d'Almendarès (la Havane) 199
Spanish American Iron C^y (Santiago de Cuba) 199
Escuelas Pias de Guanabacoa 199
M. Carlos Villa, à Cardeñas 199
M. Manuel Cadenas, à Puerto Principe 199
M. Francisco Moreno, à Mayajigua 199
M. Rojas (P.), à Remedios 199
MM. Cueto et C°, à Cardeñas 199

Grande-Bretagne 199

Home Office 200
Hardy Patent Pick Cy, à Heeley (Sheffield) 202
M. Holman Brothers, à Camborne (Cornwall) 202
MM. G. Cradock and C°, à Wakefield 204
MM. Bickford, Smith and C°, à Tackingmill (Cornwall) 204
M. James Rigg, à Londres 204
MM. Cooke and Sons, limited, à Sheffield 204
MM. Robey and C°, limited, à Globeworks (Lincoln) 204
MM. Ackroyd and Best, limited, à Morley (Yorkshire) 204

Colonies anglaises 205

Canada 205

Canada Copper Cy, à Sudbury (Ontario) 205
Canada Iron Furnace Cy limited, à Montréal 205
Nova Scotia Steel Cy, à New-Glasgow 206
Orford Copper Cy, à New-York-City 206
Montreal London Gold and Silver Development Cy, à Montréal 206
Royal Mining Cy limited, à Londres 206
Dominion Coal Cy, à Glace Bay (Cap Breton) 206
New Vancouver Coal Mining Cy, à Vancouver 206
General Mining Association of Sydney Mines, au cap Breton 207
MM. Jack and Bell, à Halifax (Nouvelle-Écosse) 207
Wassan Gold Mining Cy limited 207
Crow's Nest Pass Coal Cy, à Fernie (Colombie anglaise) 207
Union Colliery Cy, à Comox (Colombie anglaise) 207
Walker Mining Cy, à Buckingham (Québec) 207
Windsor Salt Cy, à Windsor (Ontario) 208
Cobraine Chrom Manufacturing Cy, à Montréal 208
Keystone Graphite Cy, à Grenville (Québec) 208
Mac Machine Cy, à Belleville (Ontario) 208
Canadian Peat Fuel Cy, à Toronto (Ontario) 208
Eustic Mining Cy, à Eustic (Québec) 208
Imperial Oil Cy, à Sarnia (Ontario) 208

Indes anglaises 209

M. Blyth (T. R.), du Service géologique des Indes 209

Ceylan 210

Graphite : The Battersea Crucible Cy limited, de Londres 211
Orient Cy, à Colombo 211
M. Fie Silva (L. B.), à Colombo 211
M. de Seysa (A. J. R.), à Colombo 211
MM. Darly Buttler and C°, à Colombo 211
M. Fernando (H. B.), à Colombo 211
MM. Delmege, Forsyth and C°, à Colombo 211
M. Fernndo (W. A.), à Colombo 211
M. Jacob de Mel, à Colombo 211

Grande-Bretagne (Suite) :

Colonies anglaises : Ceylan (Suite) :

Graphite : MM. Gunasekara (U. D. S.) and Cy, à Colombo 211
MM. Clark, Yung and Cy, à Colombo 211

Australie occidentale 211
Or : M. Holroyd (A. G.) [Coolgardie] 211

La Trinité 214
New-Trinidad Lake Asphalt Cy limited 214

Grèce 214

Ministère des finances 214
Société générale d'entreprises (soufre), à Athènes 214
M. Apostolidès Margaritis, de Volo (Thessalie) [chrome] 216
M. Constantinis, d'Athènes (émeri de Naxos) 216
Société française des mines du Laurium (Attique) 216

Guatémala 224

Exposition officielle 224
Géologie 225
Industrie minérale 229
Expositions particulières 230
Granai (ciment) 230
MM. Novela et Cie (marbres) 230

Hongrie 230

Institut royal de géologie, à Buda-Pesth 230
Administration des mines de l'État 231
Bureau royal de topographie souterraine 233
Section de géologie de la Direction des mines de Selmeczbánya 234
Mines de l'État (Transylvanie) 234
Or : Nagyág 234
Verespaták 234
Deresviz 235
Bismuth : Rézbánya 235
Sel : Maros-Ujvár 236
Akna-Slatina 236
Soovár 236
Opale : Vörösvágás-Dubnik 237
Lignite : Diösgyör 238
Fer : Vashegy 238
Libetbanyà 238

Hongrie (Suite) :

Société hongroise de géologie, à Buda-Pesth 239
Société anonyme de charbonnages de Salgo-Tarján, à Buda-Pesth 239
Société anonyme générale de charbonnages hongrois, à Buda-Pesth 241
Société privilégiée des chemins de fer autrichiens et hongrois de l'État, à Buda-Pesth (fer et charbon) 241
Première Compagnie privilégiée impériale et royale de navigation du Danube, à Pécs (Baranya) [charbon] 242
Première Mine d'or de Transylvanie, Société anonyme, à Boicza 243
Société des Mines d'or de Ruda «Aux 12 Apôtres» et de Muszáry, à Brad 244
Charbonnages hongrois d'Urikany et vallée de la Zsil, à Buda-Pesth 245
Union de charbonnages et usines de la Haute-Hongrie, à Buda-Pesth 245
Administration des Mines de S. A. I. et R. l'archiduc Frédéric, à Bindt (fer spathique) .. 246
MM. J.-M. Miller et Cie à Szalonak (antimoine) 246
Union de charbonnages à Ajka (Veszprem) 246
Charbonnage des frères Gutmann, à Berzaska 247
Charbonnage de Sajó Kasa du Baron Radvànsky (Mandello et Cie), à Buda-Pesth 247
Union minière «Erdövidek» (charbonnage) 247
Société des Mines Concordia Sarkàny et Cie, à Csetnek (fer) 247
Société anonyme des mines et hauts fourneaux de la Haute-Hongrie, à Buda-Pesth (cuivre) 248
M. Édouard Thomek, à Temeskar (divers) 248
M. Ottokar Jacbs, à Hámor (fer) 248

Italie 248

Corps royal des Mines 248
Société géologique italienne, à Rome 249
Ministère des finances : Salines domaniales. Volterra 250
Marais salants 254
Lungro (sel gemme) 254
San Felice 256

Société de Monte Poni, à Iglesias (Sardaigne) [Zn, Pb, Cu] 256
Société de Malfidano, à Buggera (Cagliari) [Zn, Pb] 267
Compagnie anglo-italienne des mines de talc et de plombagine, à Turin 259
MM. E. de Larderel et Cie, à Livourne (acide borique) 259
Mines de soufre de Trezza, à Cesena (Forli) [soufre] 259
MM. Sclopis et Cie, à Turin (pyrites de fer) 260
M. Verderame, à Licata (Sicile) [soufre] 260
M. Angelo Rosselli, à Livourne (mercure) 260
Société des hauts fourneaux, fonderies et aciéries de Terni (lignite de Spolete) 261
Société italienne des produits explosifs, à Milan 261
Société italienne des mines de Nebida (Sardaigne) [Pb et Zn] 262
MM. P. d'Agata, à Catane (Sicile) [soufre] 262
Chambre de commerce de Sienne (minéraux divers) 262
MM. Ercole Antico, à Cagliari, ou Société sarde de matières explosives 262
Société sicilienne pour l'exploitation de l'asphalte naturel, à Palerme 263

Japon 263

Exposition officielle : MM. Takudji Ogawa et Schondaï 263
Direction des Mines, au Ministère de l'agriculture et du commerce, à Tokio 263
Service géologique impérial, à Tokio 264
Expositions particulières 266
Compagnie de chemins de fer miniers de Hokkaido, à Sapporo (charbon) 266
M. Itibei Furukawa à Akitaken (Ag et Hg) 266
Société minière de Kaïshima, à Fukuoka-Kin (charbon) 266
Association des propriétaires des mines de Karatsu, à Saga-Kin (houilles bitumineuses) 266
M. Yoshikata Hoashi, à Nagasaki (anthracite) 266
M. Misao Ito, à Yamaguti-Ken (anthracite) 266
M. Seishitiro Kusumoto, à Tokio (briquettes) 266
M. Shoyemon Tanaka, à Hakodate (manganèse) 266
M. Takitiro Yoshitmi, à Nagasaki-Ken (briquettes) 266

Grand-duché de Luxembourg 266

Administration des Mines, M. Dondelinger 266

Mexique 274

Département des Mines, Ministère de Fomento, à Mexico 274
M. Carlos Sellerier 274
Compagnie du Boléo, à Santa Rosalia (Basse-Californie) [cuivre] 275
Compagnie minière Pachuca et Real del Monte (argent) 281
Compagnies minières : Panuco (divers), Penoles (Pb, Ag), San Rafael y Anexas, Sauceda (Ag), Dura Mill (Ag et coke naturel), Garcia (Trinitad), Chiapas L^d 281
Gran Fundicion Central Mexicana (Cu, Ag) 281
Gouvernements des États de : Durango (marbres), Guadanajuato (divers), Sonora (divers), Zacatecas (divers) 281
Commission de l'État de San Luiz Potosi (divers) 282
Compagnie carbonifère Fuente 282
Compagnie Cruz y Anexas, à Mexico (mercure) 282
Minera, Fundidora y Afinadora Monterrey (Ag) 282
Compagnie Norias de Bajan (Ag et Pb) 282
Mazapil Copper Company Limited, à Saltillo 282

Nicaragua 282

Exposition officielle 282
The Santa Francisca Mining Syndicate (or) 282

Norvège 285

Service géologique norvégien 285
Mine d'argent de Kongsberg (à l'État) 288
Mines de cuivre de Röros (Trondhjem) 290
MM. Smith et Thommesen, à Arendel (métaux rares) 294
Société Foldals Voerk, à Elverum (chalcopyrites) 295

Norvège (Suite) :

Orkedals Mining C°, à Trondhjem (cuivre) 296
M. Lied, à Christiania (fer, cuivre) 296
M. H. Lind, à Stord (sulfures de fer) 296

Pays-Bas 297

Ministère du Watterstaat (houille du Limbourg) 297
Géologie et industrie minérale de la Hollande 297
Mines de houille : Domaniale 297
Neuprick-Bleyerheide (allemande) 297
Orange-Nassau 298
Carl, Wilhelm, Sophia, Laura, Vereeniging 298
Mine domaniale de Kerkrade 300
Mine Neuprick-Bleyerheide, à Kerkrade 300
Mine Orange-Nassau, à Heerlem 301
Mine Charles 302
Mines Guillaume et Sophie 302
Société des charbonnages réunis Laura et Vereeniging 302
Tableau des sondages (sud-est du Limbourg) 304

Exposition minière coloniale 314

Exposition officielle (Ministère) 314
M. le professeur Martin, de Leyde 314
Société des Mines de Bangka 314
Service des Mines 314

Indes Occidentales 315

Surinam (Guyane) 315
Îles : Aruba, Curaçao et Bonair 316
Saint-Martin 317
Saba et Saint-Eustache 317

Indes Orientales 317

Géologie; — historique 317
Industrie minérale 319
Or 320
Loi sur les mines (1898) 323
Charbonnage d'Ombilin (Sumatra) [à l'État] 324
Puits artésiens 326
Pétrole 328
Diamant 333

Perse 335

M. Jacques de Morgan 335
Chaîne de l'El-Bourz 335
Route de Kachan à Ispahan 336
Pays des Baktyaris et Louristan, entre Ispahan et la frontière turque 337

Portugal 338

Exposition officielle : M. Severiano Monteiro 338
Service royal des Mines 338
Direction du Service Géologique 338
Publications depuis 1889 339

Géologie 341
Mines, minières, eaux minérales 347
Législation minière 353
Tableau des concessions 354
Tableau officiel de la production minérale 355
Expositions particulières 358

Mine de Santo Domingos (cuivre) 358
Mine de Braçal (blende, pyrite, galène) 361

Cuivre : Société d'Aljustrel (belge) 364
Société Pinto-Basto, à Lisbonne 364
The Tinoca Cy Ld, à Lisbonne 364

Plomb : M. Étienne Georges Brassac de Saint-Hilaire, à São Miguel d'Ache 364
M. J.-D.-F. Cardoso, à Coïmbra 364

Fer : Scott and Telfer de Montemor o Novo 365

Mispickel : The Anglo Peninsular Mining and chemical Cy Ld, à São João da Madeira 365

Houille : MM. Guimaraes et Bracourt, à Figueira da Foz 365
Compagnie de Passal de Beixo, à Gondomar 365
M. Bento Rodrigues d'Oliveira, à São Pedro da Cova 365
MM. Velloso et Tait, à Villa Nova da Gaya 365

Wolfram : MM. Almeida Silva Pinto et Cie, à Lisbonne 365
Compagnie des mines de wolfram et d'étain, à Bragance 365

Étain : Société nouvelle des étains de Bragance, à Texugueiras 365

Antimoine : Compagnie de Gondomar, à Porto 365
M. Gaspar Borges de Castro da Costa Leite (Mont'Alto) 365
M. Antonio Martins da Silva, à Sever de Vouga-Pecegueiro 366
M. Antonio Gomez da Silva, à Porto 366

Manganèse : M. Herdeiros de Alonso Gomes, à Mertola 366
MM. Mora et Lascelles, à Ferreira do Alemtejo 366

Sel gemme : M. Hippolyto de Fontes, à Rio Maior 366

Colonies portugaises 366

Mozambique 366
Géologie 366
Compagnie de Mozambique : alluvions aurifères 369
Gisements de Manica 370
Lourenço-Marquez et Inhambane 371
Province d'Angola 372

Roumanie 375

Ministère de l'agriculture et de l'industrie 375
M. Coucou 378
Direction générale des Monopoles de l'État (salines) 378
Société néerlandaise : Amsterdam (pétrole) 380
Société Steana Romana (pétrole) 381

Russie 382

MM. J. Lebedkine, de Sabaneff et Bredoff 382
Exposition officielle; Comité Géologique 382
Ministère de l'agriculture et des domaines (bureau pour l'industrie de la tourbe) .. 383
Commission Géologique de Finlande 386
Industrie houillère du bassin du Donetz 386
Charbonnages du bassin de Dombrowa 389
Société franco-italienne de Dombrowa 389
Société houillère du comte Renard 390
Société anonyme des mines de Czeladz 390
Société des charbonnages, mines et usines de Sosnowice 390
Héritiers de M. P.-P. Demidow, prince de San Donato (or, fer, cuivre, platine, manganèse, chrome, houille) 393
M. le comte P.-P. Schouvaloff : mines de Lysva (fer, manganèse, or, platine, diamant). 396
Société Nobel frères, pour l'exploitation du naphte, à Saint-Pétersbourg 398
Société de naphte de la Caspienne et de la mer Noire, à Bakou 400
Société de naphte, à Bakou 404
MM. Auerbach et Cie, à Saint-Pétersbourg (mercure) 404
M. S. G. Woïslaw, à Saint-Pétersbourg (soude) 406
M. Jessé-Roux, à Rostoff-sur-le-Don (briquettes au naphte) 406
Salines d'Iletzky, à Orenbourg 407
Société minière de Zyrianowsky, à Moscou (or, fer, cuivre) 407
Société de Lovitch, à Varsovie (phosphore) 407
Société minière franco-russe, à Saint-Pétersbourg (calamine) 408
Messager de l'Industrie de l'Or et de l'Industrie Minérale, à Tomsk 408
M. Ovtchinnikoff, à Ekaterinbourg (Perm) [pierres précieuses] 408
M. Goulichambaroff, à Saint-Pétersbourg (publications) 404
M. le prince S. Zereteli, à Koutaïs (manganèse) 408
M. Borovskikh, à Ekaterinbourg (pierres précieuses) 408
M. le prince D. Baratoff, à Tiflis (pierres lithographiques) 408
M. V.-D. Kouchelew, à Varsovie (minéraux de l'Iénisséï) 408
M. A.-M. Zaïtsew, professeur à Tomsk (brochures sur les minéraux de la Sibérie et de l'Oural) 408
M. Alaghir et Société d'industrie minière et de produits chimiques, à Vladicaucase (zinc, plomb, argent) 408
Société minière du Terek, à Moscou (plomb et zinc, argent) 408
M. M.-N. Voronovitch, à Klintsy (Tchernigow) [tourbe de Vestinsky] 408
M. le baron de Batz (publications minières et géologiques) 408

République de Salvador 408

Exposition officielle (minéraux divers) 408
MM. Geo Butters et Cie, à San Miguel (or, argent, cuivre) 408
M. Octavio Courtade, à la Union (fer) 408
Général Létona Lisandro, à San Miguel (cuivre) 408
M. Mac' Kay (or et argent) 409
Gold Mining Co 409

Serbie 409

Ministère du Commerce (Département des Mines) 409
MM. Dr Antoula, Zujovic et Blagojevic 409
Géologie 409
Gisements métallifères 411
Or 411
Gisements primaires aurifères 411
Gisements secondaires 413
Autres minéraux 414
Combustibles 417
Carrières 419
Sources minérales 419
Législation minière 420
Expositions particulières 420
M. Georges Weifert, de Belgrade (or, cinabre) 420
MM. Redlich, Drenstein et Spitzer, de Belgrade (meulières) 420
MM. Funke et Springmann, de Hagen (Westphalie) [pierres lithographiques]. 420

Siam 421

Mines d'or 421
Pierres précieuses 422
Statistique (commerce minier de Bangkok) 423

République Sud-Africaine 426

Collections 427
Statistiques 429
Modèles et plans 432
Usines 433
Expositions souterraines 435
Cyanuration 436
Fabriques sud-africaines d'explosifs 438

Suède 439

Service de la carte géologique, à Stockholm 439
Société anonyme des usines de Gellivare, à Stockholm (magnétite et apatite) 441
Société d'enrichissement des minerais de Norrbottens (fer et phosphore) 444
Société de Husa (cuivre) 444

IMPRIMERIE NATIONALE.

Suisse..... 445

Gouvernement du Canton des Grisons..... 445

Mine «Goldenne Sonne», au Calanda, près de Coire..... 445

Autres gisements du canton des Grisons..... 449

Minerais de fer du val Sourda..... 449

Minerais de fer du val Nandro..... 449

Mines de fer oligiste du val Tisch..... 450

Mines de galène et calamine argentifères du Piz Madlain (Scarlthal)..... 450

Minerais manganésifères du val d'Err..... 451

Minerais manganésifères de la Falotta..... 451

Galène argentifère et blende du Silberberger..... 452

Galène argentifère de l'Alpe Taspin..... 452

Autres cantons suisses..... 453

Turquie..... 457

Émeri Ernest Abbott, de Smyrne..... 457

Émeri Aphrodisias et Olympos..... 458

Société ottomane d'Héraclée (houille)..... 458

Société anonyme des mines de bitume de Sélénitza (Albanie)..... 464

ARDOISIÈRES.

France..... 467

Commission des ardoisières d'Angers, société Larivière et Cie..... 467

Société ardoisière de l'Anjou..... 469

Société des ardoisières de la Renaissance, à Angers..... 470

Société des ardoisières de la Gautrie et de la Repénelaie réunies, à Rénazé..... 470

Compagnie ardoisière de l'Ouest..... 470

Ardoisières de Rochefort-en-Terre..... 471

M. Toullancoat, à Motreff (Finistère)..... 471

Compagnie anonyme des ardoisières réunies de Rimogne et Saint-Louis-sur-Meuse. 471

Société anonyme des ardoisières de Belle-Montagne..... 472

Comité de vente des ardoises de la Bassère (Pyrénées)..... 472

M. J. Castaing, à Bagnères-de-Luchon..... 473

M. Jean Aldebert, à Laubeng (Espalion)..... 473

Belgique..... 473

MM. A. et L. Pierlat, à Herbeumont..... 473

Société anonyme des ardoisières du Trou du Diable, à Orignies..... 474

Portugal..... 474

Compagnie des carrières d'ardoise et de marbre de Vallongo..... 474

MM. Santos frères, de Porto..... 474

Suisse 475

MM. Kambly, Moser et Cie, à Frutigen (Berne) 474

Luxembourg 475

Grande-Bretagne 475

Carrières de Oakley (Marionethshire, pays de Galles) 475
Buttermere Green Slate and Co, au Keswick (Cumberland) 475

Indes anglaises : Ardoisières de Rewari 475
MM. Ambler et Cie, de Jamalpur (Bengale) 475
The Kangra Walley Slate Co 475

Canada : New-Rockland Slate Cy, à Melbourne (province de Québec) 475

États-Unis 475

M. Fuller, de Boston (Institut de technologie du Massachussetts) 475

CARRIÈRES.

Commission nommée par le jury; M. Gaston Girandier 476

France 476

MM. Dervillé et Cie, à Paris 476
Société anonyme des carrières de l'Ouest (marbres), à Laval 476
M. Gaston Girandier, à Paris 477
Société générale meulière, à la Ferté-sous-Jouarre 477
MM. Civet, Pommier et Cie, à Paris 477
MM. Fèvre et Cie, à Paris 478
M. Georges Biron, à l'Échaillon (Isère) 478
MM. A. Bouton et Ch. Piketti, à Paris 479
Société nouvelle des grandes marbreries de Bagnères-de-Bigorre, à Bordeaux 479
Ville de Paris : Direction administrative des services de la voie publique et des carrières sous Paris 479
M. Georges Yvon, à Angers 480
MM. Cochois et Harrault, à Paris 480
MM. Georges et Noël Collet frères, à Palaiseau 480
Comité départemental de la Savoie, à Chambéry 480
M. Henry Coutrot, à Neuilly-sur-Seine 480
M. Max Duplantier, à Paris 481
M. Félix Fromholt, à Saint-Ouen 481
M. Nicolas Gauthier, à Molinges (Jura) 481
MM. Francis-Aimé Jacquier et Cie, à Caen 481
MM. Lechiche et Cie, à Auxerre 481
MM. Parquin, Gauchery et Zagorowski, à Auxerre 481
Société anonyme des granits porphyroïdes des Vosges, à Paris 482

France (Suite) :

Société des blancs minéraux de la Marne, à Saint-Germain-la-Ville..... 482
M. Auguste-Antoine Anciaux, à Givet..... 482
Les fils de Besson aîné, à Provenchères-sur-Meuse..... 482
Comité départemental de la Vendée, à la Roche-sur-Yon..... 482
M. A. Couten, à Villeneuve-sur-Lot..... 482
MM. Étienne Diolot et Abel Regnault, à Chalindrey (Haute-Marne)..... 482
MM. Gadot et Martin, à Lyon..... 482
Les frères de Thomas Galinier, à Caunes-Minervois (Aude)..... 483
M. Charles Loret, à Ravières (Yonne)..... 483
MM. Marchand et Châtillon, à Chauvigny (Vienne)..... 483
M. Jean Martignolle, à Marseille..... 483
M. Eugène Martine fils aîné, à Fontenay-aux-Roses (Seine)..... 483
MM. Albert, Henry et Édouard Périn frères, à Charleville..... 483
M. Marcel Plat, à Villentrois (Indre)..... 484
MM. Quéhan frères, à Charenton-le-Pont (Seine)..... 484
MM. E. Sauvain et Cie, à Comblanchien (Côte-d'Or)..... 484
Société anonyme des carrières de marbre blanc et bleu de Saint-Béat, à Villeneuve-sur-Lot..... 484
Société anonyme franco-belge des carrières de grès de Vireux et extensions (Ardennes).. 484
Société des carrières réunies de la Haute-Saône et des Vosges, à Selles (Haute-Saône)... 484
M. Vautier, à Lérouville (Meuse)..... 485
M. Adam-Prix, à Saulxures-sur-Moselotte (Vosges)..... 485
M. A.-É. Chaillou, à Paris..... 485
M. Joseph Coulon, aux Agets (Saint-Brice, Mayenne)..... 485
M. Raoul Filuzeau, à Saint-Pierre-du-Chemin (Vendée)..... 485
M. Jules Fouré, à Châteaufort (Seine-et-Oise)..... 485
M. Jules Labour, à Bierry-les-Belles-Fontaines (Yonne)..... 485
M. Étienne Lebert, à Orquevaux (Haute-Marne)..... 485
Société anonyme des carrières du nord des Ardennes françaises, à Montigny-sur-Meuse.. 485
Société anonyme des carrières à pavés et macadam du Pas-de-Calais, à Beugin..... 486
Société des carrières d'Is-sur-Tille (Côte-d'Or)..... 486

COLONIES FRANÇAISES.

Algérie..... 486

M. G. Lesueur, à Philippeville..... 486
M. Ed. Gonssolin, à Bône..... 486
M. J. Legros-bey, à Zidi-Hamza (Oran)..... 486

Tunisie..... 486

MM. Belaisch et Gozlan, à la Goulette..... 486

Indo-Chine..... 486

MM. Guillaume frères..... 486
M. Faussemagne, à Ké-So..... 487

Côte des Somalis 487

Société anonyme du Comptoir de Djibouti, à Paris 487

Nouvelle-Calédonie 487

M. A. Ozoux, à Nouméa 487

ÉTRANGER.

Belgique 487

M. Louis Escoyez, à Tertre 487
Maîtres de carrières d'Écaussines et de Soignies 487
Société anonyme des carrières et fours à chaux et à ciments du Coucou, à Autoing 488
Société des carrières de Lessines, Tacquenier, Vandevelde, Cosyns, Lenoir et Notte, à Lessines 488
M. A. Maybon, à Paris 488
Société anonyme des terres et produits réfractaires, à Andenne 488

Bulgarie 488

M. Slavor Slavi, à Kazanlik 488

Équateur 489

Club Sucre, à Santa Elena 489
M. Emilio Estrada, à Guayaquil 489
M. A. de Loyola, à Cuenca 489

Espagne 489

M. Hernandez Wright, à Cacérès 489
Mme veuve José Llatso, à Tortosa 489

États-Unis 489

Barney Marble Cy, à Swanton 489
Drake Cy, à Saint-Paul 489
Pike manufacturing Cy, à Pike-station 489
M. Charles Fergus Binns, à Trenton 490
Massachusetts Institute of Technology, à Boston 490
M. John Pierce, à New-York 490
Columbia marble quarying Cy, à Rutland 490
MM. Kesseler brothers, à San Francisco 490
MM. Poullot et Doillequé, à Denver 490

Cuba 490

Compagnie de ciment de l'Almendarès 490

Grande-Bretagne 490

MM. Garden and C°, à Aberdeen 490
MM. Robert Patterson and Son, à Newcastle on Tyne 490
M. W. Brown, à Walkley 491
M. C.-E. Fisch, à Newcastle 491
Milton Pressed Brick C^y, à Milton 491
S. A. le Garkwar de Baroda, à Baroda 491

Canada 491

MM. Milne, Coutts and C°, à Saint-Georges 491
Lauratiane Granite C^y, à Montréal 491

Grèce 491

Marmor Limited, à Athènes 491
Verde antico marble C^y Limited, à Londres 491
MM. C. Lévidès et G. Scaliéris, à Athènes 491

Guatémala 492

MM. Granai, Novela et Cie 492

Italie 492

Chambre de commerce de Carrare 492
MM. Gaffuri et Massardi, à Mazzano 492
MM. G. Gianoli et frères, à Crusinalle 492
Chambre de commerce de Sienne 492
M. Nicolas Camplani, à Riva di Sotto 492
Conservatoires Royaux Féminins Réunis, à Sienne 492
MM. Louis Lanfranchi et fils, à Gravellona-Toce 492
Comte Valfredo de la Gherardesca, à Florence 493

Japon 493

Société de pierres à aiguiser, à Osaka 493
M. Mitisuké Murakami, à Yamaguti-Kèn 493

Mexique 493

Gouvernement de l'État de Durango 493
Gouvernement de l'État de Guadanajuato 493
M. Amador Cardenas, à Jimuleo 493
M. A. Donnamette, à Paris 493
M. Henrique A. Fenochio, à Oaxaca 493
M. Manuel Olimàn, à Puebla 493
M. Gildardo Gomez, à Oaxaca 493
M. Fernando Aleman, à Morelia 494
M. Félix Gutierrez, à Toluca 494
M. Aurelio Lartigue, à Monterrey 494
Municipalité de Monterrey 494

Norvège..... 494

Aktieselskabet Norsk Kleber Skifferforretning, à Christiania..... 494
MM. Johs Grönseth et Cie, à Christiania..... 494
M. Erik A. Gude, à Christiania..... 494
M. Jens. M. Golden, à Berby..... 494
MM. Knappenborg, Brynsten et Huggeri, à Odalen..... 494

Portugal..... 494

MM. Antonio Moreira Rato et fils, à Lisbonne..... 494
MM. Joaquin Antunes dos Santos, à Lisbonne..... 495
M. Alvaro Rebello Valente, à Porto..... 495
Associaçao dos Canteiros de Lisboa..... 495
Commission provinciale de Mozambique..... 495
M. Antonio Gomès da Silva, à Porto..... 495
M. Manoel Maria de Sousa, à Lisbonne..... 495

Roumanie..... 495

Administration du Domaine de la Couronne, à Bucarest..... 495
Ministère de l'agriculture et de l'industrie (Service des mines et des carrières), à Bucarest)..... 495
MM. Ernest Manoel et Obled, à Comarnic..... 496
M. J. U. Negropontès, à Grosesti..... 496
M. V. C. Andriesh, à Piatra..... 496
Prince D. B. Stirbey, à Courpèna..... 496
M. Prosper Vojen, à Roman..... 496

Russie..... 496

Bureau Véga, à Saint-Pétersbourg..... 496
M. N. N. Strouck, à Saint-Pétersbourg..... 496
M. Ch. U. von Benkendorf, à Kalouga..... 496
M. Adolphe Pooukka, à Langelmaki..... 496

Suède..... 496

Société anonyme de l'industrie suédoise du granit, à Stockholm..... 496
Compagnie pour la fabrication de meules de Gotland, à Burgsvik..... 497
Société de Grafversfors..... 497

Suisse..... 497

M. Al. Zgraggen, à Hergiswyl..... 497

Imprimerie nationale. — 7474-03.

Special
93-B10158
v.11, pt.2